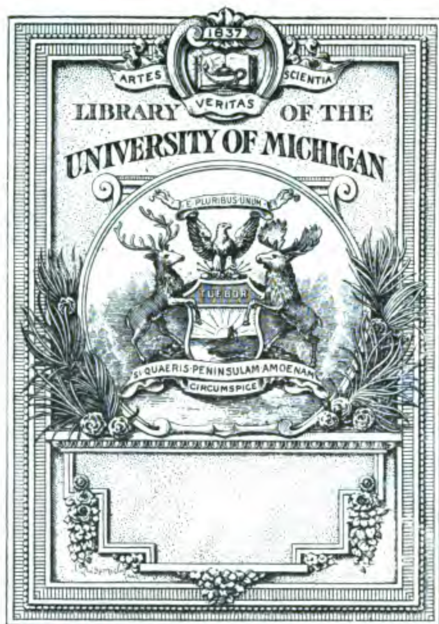
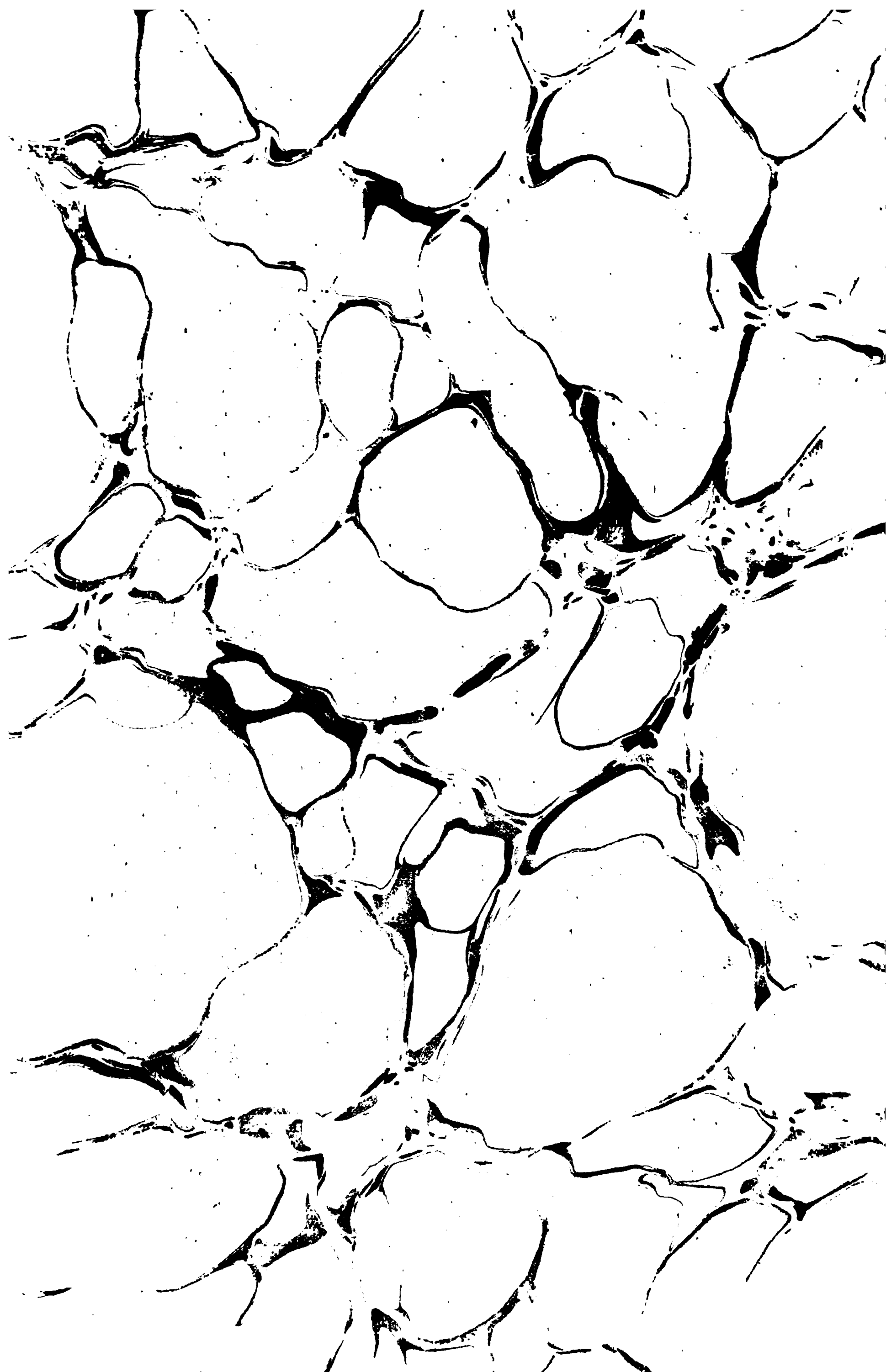

A 3 9015 00379 594 8
University of Michigan – BUHR


1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE



L'ANNÉE ÉLECTRIQUE

Électrothérapique et Radiographique

OUVRAGES

Du Docteur FOVEAU DE COURMELLES

Electricité :

Précis d'Electricité médicale, 250 p. in-16 ill., Paris, 1891; Barcelone, 1893; Moscou, 1894.
L'Electricité médicale au XIXe siècle, 32 p. in-12, Paris, 1895.
L'Electricité curative, 400 p. in-12 ill., Paris, 1895.
Nouveau Précis d'électricité médicale, 500 p. in-8 ill., Paris, 1895.
Traité de Radiographie (*Premier enseignement des rayons X*, cours libre à la Faculté de Médecine de Paris), 500 p. gr. in-8 ill., Paris, 1897.
Electricité médicale, 32 p. in-8 ill., Paris, 1898.
L'Ozonoscopie, 20 p. in-8, Montréal, 1898.
Bi-Electrolyse et Pyrogalvanie, 30 p. in-8, Montréal, 1898.
L'Electricité et ses applications, 200 p. in-16 ill., Paris, 1899.
Formulaire électrothérapique, 230 p. in-16, Paris, 1900.
Les rayons X en pathologie infantile, 32 p. in-8 ill., Paris, 1900.
L'Electroscopie, 30 p. in-8, Montréal, 1900.
Osmose et Bi-Electrolyse, 20 p. in-8 ill., Paris, 1900.
La lumière électrique en thérapeutique, 20 p. in-8, Rio-de-Janeiro, 1900.

Œuvres diverses :

La Peur, la Pauvreté, broch. Paris, 1886.
La Vaginite et son traitement, 104 p. in-8, Paris, 1888.
Le Magnétisme devant la loi, 50 p. in-8, Paris, 1889.
Les Facultés mentales des animaux, 352 p. in-12 ill., Paris, 1890.
L'Hypnotisme, 330 p. in-12 ill., Paris, 1890; Londres et New-York, 1891.
L'Esprit et l'Ame des Plantes, 30 p. in-8, Amiens, 1893.
L'Hygiène à table, 200 p. in-12, Paris, 1894.
L'Esprit scientifique contemporain, 410 p. in-12, Paris, 1899.
Comment on se défend de la neurasthénie, de la folie, de l'alcoolisme, de la goutte, de l'asthme, 5 broch. 50 à 70 p. in-8, Paris, 1901.

En préparation :

L'Electricité et les Êtres vivants.

L'ANNÉE ÉLECTRIQUE

Électrothérapique et Radiographique

REVUE ANNUELLE DES PROGRÈS ÉLECTRIQUES EN 1900

PAR LE

Dr Foveau de Courmelles

**Médecin-Électricien, Lauréat de l'Académie de Médecine,
Professeur libre d'Électrothéraphie et de Radiographie,
Licencié ès-sciences physiques, ès-sciences naturelles et en Droit,
Secrétaire de la Section d'électricité du Comité Français
des Expositions à l'Étranger, etc., etc.**

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR
Successeur de BAUDRY et Cie
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MÊME MAISON A LIÈGE, 21, RUE DE LA RÉGENCE

1901

AVANT-PROPOS

L'électricité encore si mystérieuse en son essence, comme toutes les forces physiques, voit, quant à ses applications, se soulever ses voiles. Elle se vulgarise et se domestique de plus en plus. De jour en jour, ses usages s'étendent et se multiplient. Il nous a paru intéressant de grouper les travaux électriques de chaque année, aussi bien pour les électriciens trop occupés et ne pouvant lire les nombreuses publications spéciales voulant s'en remémorer les traits principaux à la fin de chaque année, que pour le médecin qui veut appliquer ou connaître les nouvelles modalités électriques sans recourir à de gros volumes, que pour le grand public désireux de se tenir au courant des progrès réalisés. Nous avons donc dû faire non un travail original, mais une difficile sélection, délicate besogne, surtout pour la première année d'une publication. Essentiellement indépendant, n'appartenant à aucune école, à aucune chapelle, nous avons voulu être exclusivement impartial; et, si nous n'avons pas atteint ce

but, ce sera contrairement à notre volonté, et nous sommes prêt, pour les années prochaines, à tenir compte des demandes légitimes et justifiées qui nous seraient faites, à apporter les perfectionnements qui nous seraient signalés...

Ce n'est aujourd'hui qu'une œuvre de labeur et de bonne volonté, susceptible évidemment d'additions, d'améliorations qui se feront peu à peu. Cependant, au milieu de lacunes ou d'oublis qui pourraient être constatés, il en existera certainement quelques-uns, plus apparents que réels, et qui auront été voulus, par suite de certaines tendances humaines à parfois s'approprier le bien d'autrui, ou, certains travaux étant dans l'air, dans l'ambiance, à retrouver ce qui l'est déjà...

Aussi ne ferons-nous droit qu'aux réclamations parfaitement justifiées.

Quand nous eûmes, il y a plus d'un an, l'idée de cette publication, nous croyions avoir une priorité, tout en trouvant étrange que ne soit venue à personne l'idée si simple et si utile de grouper annuellement les réels progrès électriques, électrothérapiques et radiographiques, et de distinguer, dans la multitude des faits et des revues spéciales, ce qui mérite d'être conservé, ce qui est une nouveauté ou une confirmation des précédentes recherches... Les bureaux de la Presse, soit au Parquet, soit au Ministère de l'Intérieur, ne contenaient, avant nous, nulle trace, nul dépôt de cette Revue, de ce journal *annuel; ce n'est qu'à la Bibliothèque nationale, par suite de l'heureuse mémoire et de l'obligeance d'un conservateur, que nous*

*eûmes... la déception de nous savoir devancé! Mais depuis neuf ans, l'*Année électrique, *par M. Ph. Delahaye, ancien élève de l'Ecole polytechnique, qui avait paru huit ans (1884-1892), était rentrée dans le néant. Le plan de notre publication, tout en n'ayant, ni par ses origines, ni par sa rédaction, aucun lien avec la première, est cependant le même, car il n'exige qu'une classification rationnelle des faits. Nous avons retardé sa réalisation, pensant que l'Exposition universelle de 1900, l'apothéose du travail scientifique et industriel, révélerait de nombreux faits nouveaux; nous avons été émerveillé de l'ensemble, mais presque déçu; pour l'électricien, rien de particulièrement nouveau et l'année 1900 a été plutôt d'intérêt limité, quant à l'originalité, mais combien beau, quant à l'ensemble exposé ici : tous les labeurs antérieurs ont été faits pour elle et exigent vraisemblablement — quant à de nouvelles créations — quelque repos pour en pouvoir profiter et pour admirer à son aise!*

Deux remarquables découvertes pourtant ont montré leur côté pratique et sont sorties des limbes de la théorie? La télégraphie sans fils, que continuent d'étudier l'inventeur de sa base ou radio-conducteur, le Dr Edouard Branly, et son grand propagateur Marconi, suivi d'une pléiade de chercheurs sagaces et illustres. Et les rayons de Becquerel, sources de radiations puissantes, longtemps insoupçonnées et assez proches parents des ondulations hertziennes qui ne connaissent pour ainsi dire plus de distances! Il nous a paru intéressant d'entrer, pour ces deux sources de nombreux travaux dans le présent et surtout dans

l'avenir, et aussi pour l'électro-chimie, créatrice de nouvelles substances, dans d'assez grands développements, et de donner même à leur sujet des documents entiers, faciles à passer pour le lecteur ; ces citations, enfermées entre guillemets, pouvant, en effet, par suite, être éliminées sans surprise par qui n'y est pas intéressé !

*Cependant s'il n'est rien, à première vue, de sensationnel, il est pourtant un ensemble de faits à conserver, et si nous avons atteint ce but en ce premier volume de l'*Année électrique, électrothérapique et radiographique, *nous serons satisfait de nos efforts* (*1*) *!*

Dr FOVEAU DE COURMELLES.

Paris, le 31 janvier 1901.

(1) *Les Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences, la Nature, l'Electro-Chimie, les Inventions illustrées* et *le Bulletin de la Société des Gens de Science...*, nous ont fourni la plus grande partie de nos documents.

CHAPITRE Ier

L'ÉLECTRICITÉ
A L'EXPOSITION DE 1900 (1)

L'Eclairage et l'énergie électrique à l'Exposition. — Production et utilisation mécanique de l'électricité. — Electro-chimie. — Eclairage électrique. — Télégraphie. — Téléphonie. — Applications diverses de l'électricité. — Génie civil. — Exposition centennale. — La locomotion électrique dans l'Exposition. — La locomotion électrique dans Paris.

L'Eclairage et l'Energie électrique à l'Exposition

La *Porte monumentale* est flanquée de deux grands mâts artistiques portant des phares électriques.

Sa construction comprend trois grandes arches, de 20 mètres d'ouverture, accolées en triangle et soutenant une coupole hémisphérique qui couvre une superficie de 500 mètres carrés. La superficie totale du monument est de 2,340 mètres carrés. Les trois voussures sont percées d'ajours qu'entourent des cabochons de couleur rendus lumineux la nuit.

(1) L'auteur de *l'Année Electrique*, membre des Comités d'admission de l'Exposition universelle de 1900 (groupe de l'Electricité), a pu compléter, et contrôler l'exactitude des dires de ce remarquable chapitre, extrait de la « Chronique industrielle » de l'excellente *Revue des Inventions illustrées* (août, septembre, octobre 1900), dirigée par M. Henri Farjas. C'est la meilleure introduction, par suite d'explications techniques, aux progrès de l'année.

La statue, dominant l'arche principale, se trouve à 35 mètres du sol ; elle a 6 mètres de hauteur.

L'ensemble de la Porte est éclairé la nuit par 3,116 lampes à incandescence de formes et de couleurs variées, 12 lampes à arc, 8 lampes à réflecteurs-projecteurs et 16 lampes à réflecteurs simples.

La nuit, chacune des deux lignes de l'Esplanade des Invalides est éclairée par 1,068 lampes à incandescence; il y a 25 lampes dans l'allée centrale, 934 dans les quinconces; soit en tout 2,154 lampes.

Le pont Alexandre III est éclairé la nuit par 508 lampes à incandescence.

En avant et sur le côté de la Galerie des Machines, dans le prolongement de l'axe de la rue de la Fédération, se dresse une cheminée monumentale de 80 mètres de haut. Dans sa construction ont été employées 1,500,000 briques ordinaires, sans compter les briques céramées. Son poids est de 8 millions de kilos et elle a coûté 203,000 francs. Elle a son pendant, en un point symétrique par rapport à l'axe du Champ de Mars, du côté de l'avenue de la Bourdonnais.

Ce sont les cheminées des usines génératrices de vapeur installées entre la Galerie des Machines et le Palais de l'Electricité. Chacune de ces usines occupe un emplacement d'environ 117 mètres de longueur sur 40 de largeur et constitue un groupe distinct de machines motrices, celui du côté de l'avenue de la Bourdonnais étant réservé pour actionner les installations mécaniques des exposants français, celui du côté de l'avenue de Suffren devant alimenter celles des exposants étrangers.

Ces usines fournissent une puissance mécanique totale d'environ 20,000 chevaux (nous sommes loin des 5,000 chevaux qui représentaient la force totale des machines de l'Exposition de 1889). Sur ce chiffre,

15,000 chevaux sont appliqués à l'éclairage, 15,000 à la force motrice.

Les usines pourraient au besoin fournir 40,000 chevaux. Elles vaporisent 200,000 litres d'eau par heure.

Entre la ligne des chaudières et celle des machines est un espace libre appliqué à l'établissement d'une voie ferrée reliée directement à la gare du Champ de Mars, qui sert à l'approvisionnement rapide et commode du combustible.

L'énergie produite est distribuée intégralement sous forme de courant électrique à 220 volts. On peut ainsi l'envoyer le plus aisément là où elle est nécessaire. C'est ce qui a permis l'innovation consistant à placer à côté des matières premières les machines destinées à les travailler ; c'est ce qui donne aux diverses exibitions une clarté et un intérêt qui n'étaient pas atteints aux précédentes Expositions.

Les canalisations d'eau, de vapeur et d'électricité ont un développement de plus de 1,000 mètres, courant en tous sens, dans le Champ de Mars, dans des allées souterraines praticables, puisque leur gabarit est de 2^m50 en hauteur sur 2^m60 en largeur.

Les canaux pour l'échappement des fumées sont de vrais tunnels de sections énormes aboutissant aux cheminées. L'architecture et la décoration de ces cheminées gigantesques ont été si bien comprises qu'elles sont loin de déparer l'ensemble harmonieux du Champ de Mars ; vues des hauteurs du Trocadéro, se détachant sur le ciel, elles excitent la curiosité, mais non point la critique.

La Galerie des Machines et les usines de la force motrice sont masquées du côté du Champ de Mars par le *Palais de l'Electricité*. Dominant tous les édifices environnants, précédé du Château d'Eau et de deux

rampes semi-circulaires, il forme l'arrière-ban du Champ de Mars.

Entièrement construit en fer et verre, il s'étend sur une longueur de 130 mètres et atteint une hauteur de 70 mètres à son point culminant. Son motif central est dominé par un cartouche où brille le millésime 1900, surmonté d'une figure allégorique. La toiture affecte la forme d'un immense arc de cercle trêflé formé de la réunion de petits arcs de cercle accolés les uns aux autres et soutenus par des pylônes qui vont en diminuant de hauteur de chaque côté, ce qui donne au palais une forme elliptique très grâcieuse.

La ligne de toiture est surmontée d'une crête à jour, formant frise, parée de milliers d'oriflammes multicolores. La façade, en zinc repoussé et ajouré se compose de neuf baies revêtues d'ornements polychrômes, vitraux et céramiques transparentes, aux couleurs variées.

Le Palais est illuminé par 5,000 lampes à incandescence de diverses couleurs, 8 lampes à arc avec projecteurs à verres colorés et 4 lampes à arc avec réflecteurs qui l'embrasent, dès que tombe la nuit.

Le sous-sol du Palais, réservé aux lourds moteurs électriques, est éclairé jour et nuit par des lampes.

L'étage supérieur communique, par des escaliers, avec les annexes latérales, formées par deux galeries de 30 mètres de largeur.

La travée du centre se prolonge, entre les deux usines de force motrice, par un grand vestibule qui aboutit à la Salle des Fêtes de la Galerie des Machines.

Le Château d'Eau, placé en avant du Palais de l'Electricité, fait en quelque sorte corps avec ce monument dans l'axe du Champ de Mars.

Il se compose d'une vaste niche hémisphérique de 30 mètres d'ouverture sur 11 mètres de profondeur, contenant une série de vasques immenses disposées

en amphithéâtre, d'où tombent des nappes d'eau descendant en cascades pour s'aller perdre dans un large bassin au bas des rampes monumentales de plan elliptique.

Du centre de la voûte jaillit une cascade haute de 30 mètres, large de 10 mètres, débitant 1,200 litres d'eau par seconde. Cette eau, que deux machines élévatoires puisent dans la Seine, est refoulée dans un immense réservoir placé sur la plate-forme du Château-d'Eau, à 35 mètres de hauteur. Après avoir joué en cascade, elle sert à alimenter les générateurs de vapeur des deux usines de force motrice; elle fournit aussi, éventuellement, le service d'incendie.

1,100 lampes à incandescence font l'illumination de cette avancée du Palais de l'Electricité.

Des portiques, des promenoirs dont quelques-uns passent sous les cascades offrent une libre circulation sur le Château-d'Eau. Les portiques bordent toute la façade du Palais de l'Electricité donnant accès du côté de l'avenue de Suffren, dans le Palais des Industries chimiques, du côté de l'avenue de la Bourdonnais, dans le Palais du Matériel et des procédés généraux de la mécanique.

Palais des Illusions. — La combinaison heureuse des glaces donne la sensation d'un palais immense. M. E. Hénard, architecte, a réalisé une féerie, grâce à un éclairage électrique savamment combiné. De tous côtés, ce n'est que scintillements de pierres précieuses, bouquets de fleurs lumineuses, étoiles de toutes couleurs, tout cela dans un ensemble d'or rutilant pour le plus grand plaisir des yeux. Tout change instantanément et à volonté, par un jeu d'orgue. Le jour discret est produit grâce à des réflecteurs invisibles, et alors brillent les fines stalactites du plafond, d'où descendent, en voltigeant, de frêles libellules et de légers pa-

pillons lumineux; ou encore des arcades d'or s'éclairant de feux rouges et bleus, avec des étoiles blanches s'enlevant sur le ciel. L'apothéose est obtenue par des guirlandes innombrables de lampes électriques blanches brillant de tous côtés et donnant le maximum de lumière qui ait jamais pu être obtenu. Les 2500 lampes se reflètent 18 fois, nettement, sur toutes les faces.

Production et Utilisation mécaniques de l'Electricité

Le groupe 5 — Electricité — comprend :

— La Production et l'Utilisation mécaniques de l'Electricité.

— L'Electrochimie.

— L'Eclairage Electrique.

— La Télégraphie et la Téléphonie.

— Les Applications diverses de l'Electricité.

La production mécanique de l'électricité a pour origine l'expérience par laquelle on a montré qu'en faisant mouvoir un aimant ou un électro-aimant dans le voisinage d'un circuit conducteur, on provoque dans celui-ci un courant induit, dont l'intensité dépend de la vitesse avec laquelle varient les positions relatives de l'inducteur et de l'induit.

On construisit alors les premières machines pour produire industriellement ces courants induits.

Leur principe consistait à effectuer la rotation d'un aimant en fer à cheval dont les pôles passaient alternativement devant les extrémités d'un électro-aimant; ou inversement, celle d'un électro-aimant devant un aimant fixe; ou enfin à faire mouvoir une plaque de fer doux devant les pôles d'un aimant dont les extrémités étaient entourées du fil du circuit.

Elles produisaient un courant alternatif qu'on chercha à redresser par un commutateur pour obtenir, dans un circuit extérieur, un courant continu de même sens; mais cette voie ne pouvait conduire à la réalisation des machines puissantes et pratiques.

Outre la traction à vapeur pour le remorquage des trains, on commence à user de la traction électrique dans certaines conditions spéciales; des exemples de cette nouvelle traction existent dans Paris.

L'éclairage des voitures est obtenu par le gaz riche et comprimé, ou par le courant électrique fourni soit par des accumulateurs, soit par des dynamos actionnées par les essieux des voitures. Le chauffage, par des thermo-siphons ou des appareils de divers systèmes alimentés par la vapeur de la locomotive.

Pour les fanaux de locomotives, on a construit pour la première fois en Autriche une lampe à arc dont le mécanisme régulateur n'est affecté en aucune façon dans son fonctionnement par les trépidations. Pour atteindre ce résultat, il s'agissait d'éviter tout engrenage, appareils d'arrêt et crémaillère.

On fixe les deux porte-charbon sur deux pistons qui se meuvent dans deux cylindres formant les branches communicantes d'un récipient en U, rempli de glycérine. La section du piston solidaire du porte-charbon inférieur est double de celle que présente le piston de l'autre. Il en résulte que le charbon inférieur (négatif) exécute un mouvement ascensionnel qui est seulement moitié du déplacement vers le bas du charbon supérieur. Par ce moyen, l'arc lumineux conserve sa position vis-à-vis de la lampe et reste au foyer du réflecteur parabolique.

On a amélioré la stabilité et la suspension des voitures par l'emploi de bogies, de la double suspension et par l'adoption de grands écartements d'essieux.

Les questions relatives aux *signaux* et aux mesures de sécurité ont été dans tous les pays l'objet d'études et de perfectionnements; on citera, dans cette classe d'appareils, quelques-uns des dispositifs adoptés par les chemins de fer étrangers.

Pour faire apparaître les signaux d'aiguillage de jour et de nuit, non seulement sous une forme invariable, mais encore de manière à indiquer par leur forme la direction dans laquelle l'aiguille est ouverte, on fait usage d'une lanterne carrée, sur les deux côtés de laquelle sont disposées des tôles, qui ont la forme de flèches et qui, la nuit, sont éclairées d'une façon uniforme par la lumière placée au centre de la lanterne. L'éclairage des flèches se fait aussi bien par la lumière directe qu'au moyen de réflecteurs montés à l'intérieur de la lanterne. Dans la position de l'aiguille sur le branchement, le signal, vu du côté de la pointe de l'aiguille, montre une flèche blanche dont la pointe indique la direction dans laquelle l'aiguille dévie de la ligne droite; de l'autre côté, c'est une flèche à double pointe. Pour la position de l'aiguille sur le parcours en ligne droite, la lanterne est placée de telle façon que la flèche se trouve parallèle à la voie et que le personnel du train aperçoit la face étroite de la lanterne. Le verre qui fait face à la pointe de l'aiguille est de couleur verte et la face opposée en vert blanc mat, de sorte que pour un train abordant la pointe le signal est vert et pour un train ayant dépassé la pointe, il est blanc. Les surfaces de la flèche sont ajourées pour que la lumière tombe directement sur les verres des faces latérales.

Dans le contrôle de la position d'un signal à distance, on a remédié au danger de la rupture d'un conducteur par un signal électro-optique, qui, doublé d'une sonnerie d'alarme, attire l'attention de l'agent.

Entre les pièces polaires de deux électro-aimants, montés en série et à enroulements en sens contraires, est disposée une armature à rotation excentrique; lorsque le courant passe dans les électro-aimants, cette pièce s'applique, selon la direction du courant, sur les pièces polaires de l'un ou l'autre électro.

Cette armature porte le bras du signal et est munie de deux contrepoids, disposés de telle façon que le bras se trouve incliné sur l'horizon d'un angle de 45°, lorsque le courant ne passe pas dans la ligne.

Quand le courant est lancé, l'armature est attirée par l'un des électro et repoussée par l'autre; alors le bras du signal se tend verticalement ou horizontalement, ce qui correspond aux indications des signaux « arrêt » ou « libre ». Dans la position horizontale, le bras se trouve dissimulé et complètement invisible. Dans celles d' « arrêt » ou de « dérangement », il se profile, peint en noir, sur un fond blanc, qui, la nuit, est éclairé. Au « dérangement », un contact disposé sur l'appareil de contrôle ferme un circuit local comprenant une sonnerie d'alarme.

Pour la commande des aiguilles et des signaux, la manœuvre d'appareils compliqués comportant des fils métalliques de tirage et des bielles de transmission, exige le déploiement d'une force considérable. Pour effectuer ce travail, on a récemment mis à contribution l'électricité.

Des moteurs électriques sont établis à l'emplacement même des aiguilles et des signaux; leur commande peut être faite avec sûreté et précision, quelque distant que soit le poste de commande; en même temps, une disposition de commutation des courants exerce un contrôle sur le fonctionnement des divers mécanismes; elle indique automatiquement à l'appareil de manœuvre tout accident survenu aux aiguilles

ou aux signaux, ainsi que l'ouverture des aiguilles ; en outre, elle ne permet la manœuvre d'un signal à la position « libre » que si les aiguilles, qui dépendent de ce signal, sont convenablement bloquées.

Le changement des aiguilles et des signaux se fait, sans aucun effort, par la manœuvre de petits tourniquets. Le chef de gare est toujours à même, sans l'intervention de l'agent placé à l'appareil de manœuvre, de ramener immédiatement à la position « arrêt » en cas de danger, un signal donnant le « libre ».

Egalement à l'étranger, on emploie depuis peu un système de paratonnerre, protégeant les installations électriques contre les décharges atmosphériques, de sorte que les orages n'interrompent plus le service.

Le système consiste en trois séries de plaques de charbon superposées alternativemement dans trois directions et isolées les unes des autres par de minces couches de micanite. Chacune de ces plaques est perforée sur un côté et les plaques de chaque série sont placées sur un support métallique. Ces supports établissent le contact des différentes plaques d'une même série entre elles ; ils sont vissés sur des bornes ou dans la plaque de fermeture inférieure en fer, en sorte qu'ils forment trois groupes isolés les uns des autres.

Les groupes des plaques de chargement sont reliés à l'entrée et à la sortie de la ligne télégraphique, en avant des appareils, tandis que les plaques absorbantes le sont à terre.

Le fonctionnement a lieu ainsi : quand, pendant un orage, il s'accumule de l'électricité sur la ligne, les plaques de chargement, reliées à la ligne, sont chargées ; mais, comme, en face de chacune d'elles, se trouve disposée à peu de distance une plaque absorbante, la charge fait retour à la terre, sans aucun

danger. Le phénomène se manifeste par un bruissement plus ou moins perceptible, suivant la violence de l'orage.

Les fines pointes que présentent les surfaces des plaques de charbon, produisent une absorption rapide de l'électricité à haute tension de l'atmosphère; plus ces surfaces sont grandes, plus l'appareil se montre efficace.

Une simplification a été réalisée par la suppression des tableaux, un peu encombrants, sur lesquels étaient groupés les leviers et appareils de manœuvre.

Le tableau de distribution est ici remplacé par une simple colonne dressée entre les grands cylindres des machines à vapeur. Cette colonne, située à proximité du robinet de prise de vapeur, porte une roue de réglage à la partie supérieure et deux leviers à poignées.

Les appareils de mesures électriques et ceux de mesures mécaniques sont situés sur deux socles voisins.

La marche des machines est dirigée d'après ces deux séries d'instruments; les surveillants des parties électriques et mécaniques, se trouvant l'un près de l'autre, peuvent aisément se concerter.

La haute tension dangereuse du courant ne permet pas de laisser voir le fonctionnement du grand interrupteur; les trois leviers sont poussés successivement dans leurs contacts. Cet appareil assure une grande sécurité et écarte complètement les dangers d'incendie, car dès qu'il existe un défaut dans la canalisation, les leviers de manœuvre se relèvent automatiqnement.

Dans les conditions ordinaires d'interruption des courants à haute tension, il se produit un arc lumineux atteignant souvent plusieurs mètres de longueur et pouvant par suite détériorer facilement l'interrupteur et les objets inflammables au voisinage. Le dispositif

adopté ici pour la suppression de ces étincelles est intéressant : des tubes de caoutchouc durci, situés entre les contacts fixes de l'interrupteur, envoient automatiquement au moment de l'interruption un fort courant d'air dans la direction de l'étincelle : l'arc est alors coupé et il s'éteint. L'air comprimé nécessaire au soufflage de l'arc est fourni par une pompe située à proximité de l'interrupteur et actionnée par un moteur à courant triphasé. Cette pompe fonctionne seule dès que la pression de l'air dans un réservoir descend au-dessous d'une valeur déterminée ; l'appareil est ainsi toujours prêt à fonctionner.

Deux leviers, situés à droite et à gauche du volant à main, sont reliés par des tiges avec des résistances et servent à régler le voltage de la machine.

Le courant excitateur des pôles de la grande machine est fourni par une dynamo à courant continu du nouveau type. Elle est aussi directement actionnée par une machine à vapeur.

— Dans cette même classe, on mentionnera au hasard, tout y étant digne d'attention :

1° Une génératrice à courant triphasé, d'une capacité de 1,200 k. w. sous tension de 2,200 volts ; elle consiste en un volant inducteur tournant, calé sur l'arbre de la machine à vapeur entre les deux cylindres et portant des pièces polaires cylindriques en acier coulé ; et en un induit fixe à noyau lamellé. Les pôles de l'inducteur sont fixés à la couronne en fonte du volant par des boulons traversant cette couronne.

L'enroulement des pôles se fait par une couche unique d'une bande de cuivre nu, les spires étant isolées les unes des autres par du papier du Japon, disposition qui pouvait être adoptée à cause de la basse tension du courant excitateur. Le courant fourni par

la dynamo excitatrice est conduit par les balais en charbon et des bagues de prise de courant à l'enroulement de l'inducteur.

Le noyau de l'induit est composé de tôle de fer avec de nombreux passages pour la ventilation. Le bobinage se fait par des câbles isolés traversant des tubes de micanite (1) d'une section correspondant à celle des trous pratiqués à la périphérie intérieure du noyau lamellé. Le noyau en tôle de l'induit est encastré dans une couronne en fonte, qui peut être exactement centrée à l'aide de vis disposées dans les supports latéraux et inférieurs.

2° Un pont roulant électrique, pour une charge de 20 tonnes, à deux chariots. Chaque mouvement est effectué par un moteur triphasé spécial d'une tension de 220 volts et d'une puissance de 12 chevaux pour le levage, de 3 chevaux pour le transbordement et de 8 chevaux pour le roulement. Les deux premiers sont montés sur les chariots mêmes et leur mouvement est transmis à la charge et aux roues des chariots par des engrenages droits ou héliçoïdaux. Un frein à ruban arrête la charge dans une position quelconque, lorsque le moteur à levage est hors d'action ; le poids, disposé sur le bras de frein, est contrebalancé par la force développée dans un solénoïde triphasé, dès que le moteur est mis en marche. Le moteur de 8 chevaux, qui produit le déplacement du pont, est placé au-dessous d'une des galeries latérales et actionne à l'aide de deux mécanismes symétriques, les roues placées aux extrémités du pont. La prise du courant se fait par trois

(1) Cet isolateur, trés élastique et flexible, est obtenu par le clivage de lamelles de mica, que l'on agglutine en masse compacte à l'aide d'un ciment puisamment isolant ; on soumet ensuite ce produit à l'action d'une forte pression et d'une haute empérature.

trolleys le long du chemin parcouru par le pont et par 16 douilles glissantes, entourant les conducteurs.

Toutes les manœuvres sont dirigées d'une plate-forme suspendue au-dessous du pont, où sont placés les rhéostats, les régulateurs, divers interrupteurs, les commutateurs et les coupe-circuit fusibles.

3° Un appareil de démarrage pour moteurs à courant alternatif monophasé. Pour faire démarrer ces moteurs, l'appareil doit être inséré dans les deux parties de l'enroulement primaire, dans le but de décaler les phases des courants et de faire démarrer le moteur comme moteur biphasé.

L'appareil consiste en une résistance ohmique et une résistance inductive, chacune mise en série avec l'un des deux enroulements, soumis à la moitié de la tension de marche. Lorsque le moteur a atteint le nombre de tours réguliers ces connexions sont interrompues par la manivelle de l'appareil et les deux bornes extérieures prennent la tension totale. Pour les moteurs de petite capacité, on supprime la résistance inductive de l'appareil, l'autre résistance étant suffisante pour faire développer le couple moteur utile.

Electro-chimie

L'Exposition de 1900 aura été la première où une classe spéciale a été affectée aux applications de l'électro-chimie. Cette branche de l'électricité est, en effet, constituée par des industries récentes, fondées sur des découvertes scientifiques faites dans la dernière partie du siècle et qui ont amené les grands progrès réalisés dans la production du courant électrique.

— Les travaux d'un chimiste français (H. Moissan) sur les réactions obtenues au four électrique, ont ouvert

de nouvelles perspectives. L'industrie du carbure de calcium, née en France, la préparation de certains métaux, comme le chrome et le titane, au four électrique, ne sont sans doute que des commencements dans cette voie.

— Les principales industries basées sur les applications de l'électrolyse sont, en outre de la galvanoplastie : le raffinage du cuivre, la fabrication des chlorates de potasse et de soude, l'électrolyse du chlorure de sodium, pour la fabrication du chlore et de la soude.

— L'électro-métallurgie comporte plus spécialement et dans une classe spéciale, la préparation de l'aluminium et de ses alliages, les préparations du magnésium, du sodium, du carborundum, du chlore et du titane.

— L'utilisation du four électrique est actuellement limitée à la production du carbure de calcium, qui est en passe de constituer bientôt la plus importante de toutes les industries chimiques. La concernant, une émulation règne aujourd'hui entre les différents pays où on y utilise surtout les grandes forces motrices hydrauliques et, sous ce rapport, en Europe, la Suède, la Norvège et la Suisse peuvent seules rivaliser avec la France.

On remarque à cette classe une machine servant à graver par voie électro-chimique les coins, matrices, modèles et supprimant l'ancien travail manuel long et délicat des graveurs. C'est le phénomène de l'électrolyse qui s'y trouve appliqué ; un modèle poreux ordinairement en plâtre, façonné par moulage d'après l'original, sert de support à l'électrolyte ; on l'immerge dans le bain chimique, d'où il sort avec tous ses reliefs mouillés par la solution ; on y couche la plaque d'acier à graver qui jouera le rôle d'anode, tandis que la cathode

sera une lame métallique quelconque, trempée également dans le bain.

Si l'on ferme le circuit électrique, aux endroits où il y a contact, le métal sera dissous et peu à peu se formera l'exacte reproduction du modèle, c'est-à-dire que les parties en relief du plâtre apparaîtront en creux dans la plaque d'acier.

Le contact entre le modèle et la plaque à graver ne doit durer qu'environ douze secondes, car les parties solubles de l'acier se déposeraient en poussière noire adhérente et par des retraits fréquents, il est indispensable de les éliminer. Il est évident qu'à chaque nouvelle superposition, modèle et plaque doivent se retrouver avec les mêmes points mathématiquement répérés; une machine seule pouvait donner cette précision; celle qu'on voit fonctionner opère automatiquement le mouvement de va-et-vient du modèle, et quand ce dernier, est écarté de la plaque, une brosse, animée d'un mouvement rapide de rotation également automatique, vient frotter doucement la plaque à graver, la débarrasser de toutes les particules charbonneuses et rend ainsi la surface métallique parfaitement nette pour la période suivante. Ce nettoyage exige 8 à 12 secondes suivant la nature du modèle et la profondeur du trait à graver.

Avec un seul modèle de plâtre, on peut exécuter un trait de 1 à 2 millimètres au plus; pour des traits plus profonds, plusieurs modèles identiques sont nécessaires qu'on ajuste et repère exactement dans des châssis spéciaux en fonte.

La gravure électrique terminée, il n'est plus besoin que de quelques retouches à la main pour faire disparaître les traces laissées par le modèle en plâtre.

Éclairage Électrique

Les caractères de cet éclairage le font de plus en plus adopter. Tandis que dans la plupart des autres sources de lumière, la production de la flamme s'accompagne de combustion et de dégagement de gaz malsains viciant l'atmosphère, les radiations de la lumière électrique émanent de substances réfractaires que le seul passage du courant suffit à porter à l'incandescence. Puis le courant engendrant la lumière électrique est facile à produire, au moyen des engins mécaniques de toutes sortes, machines à vapeur, hydrauliques ou thermiques; il est facile à canaliser et à distribuer, commode à manœuvrer et la lumière est instantanément disponible.

Le consommateur d'électricité paie proportionnellement à la quantité d'énergie électrique consommée, mesurée au compteur; l'unité adoptée est le kilowatt-heure ou l'hectowatt-heure; mais il est aussi important de connaître, par les mesures photométriques, le rendement de cette énergie en lumière. Ces mesures ont appris que les lampes à arc consomment de 0,5 à 1 watt par bougie et que les bonnes lampes à incandescence de 16 bougies à 110 volts, peuvent consommer moins de 3 watts par bougie.

Le mode d'éclairage le plus économique, actuellement, serait donc celui par lampes à arc.

Sauf quelques services de force motrice, les alternateurs qui fonctionnaient à l'Exposition alimentaient les innombrables lampes à arc ou à incandescence, éclairant les places, les avenues, les galeries et les palais. Ils ont eu aussi à produire les jeux de lumière des fontaines lumineuses, sur l'exécution desquelles voici quelques détails.

Les foyers lumineux, couramment employés, sont : la lampe à arc, dans laquelle l'arc voltaïque, jaillissant entre les extrémités de deux baguettes de charbon, échauffe ces pointes, jusqu'à les rendre éblouissantes.

La lampe à incandescence, constituée par un filament de charbon que le passage du courant rend lumineux et qui est enfermé dans une ampoule de verre, où l'on a fait le vide.

Les charbons électriques, qui primitivement étaient des baguettes de charbons de cornue, se produisent maintenant par un passage à la filière, d'une pâte formée de charbon pulvérisé et d'une matière agglutinante, et par la cuisson consécutive dans des fours portés à très haute température. Placés à l'air libre dans des lampes à arc, et portés à l'incandescence par l'arc voltaïque, ces charbons se consument peu à peu et doivent être fréquemment remplacés ; d'où une dépense et une sujétion que l'on cherche à diminuer, en enfermant l'arc dans un petit globe, percé d'ouvertures juste suffisantes pour le passage des charbons, de manière à empêcher le renouvellement de l'air intérieur.

Dans les lampes à incandescence, la fabrication du filament est la partie délicate. Ce filament s'obtient généralement aujourd'hui par le passage à la filière, d'une pâte formée de cellulose dissoute dans le chlorure de zinc ou l'acide acétique, et de diverses autres substances ; on calcule ensuite, puis on soude, aux deux extrémités du filament de carbone ainsi obtenu, deux fils de platine. On enferme le filament dans une ampoule de verre, que traversent les fils de platine, on fait le vide dans l'ampoule, puis on la ferme et l'on fixe le culot métallique qui permet de monter la lampe sur son support.

Sous le rapport de l'économie de fabrication de ces lampes, on a réalisé des progrès considérables ; la lampe de 16 bougies qui, au début, se payait 25 fr., est offerte aujourd'hui à 0 fr. 50 et même moins. Il reste à améliorer le rendement lumineux, c'est-à-dire à augmenter le pouvoir éclairant obtenu par unité de puissance électrique dépensée.

On s'y efforce, soit en perfectionnant la lampe à incandescence, constituée comme on vient de l'indiquer, soit en reprenant l'ancienne idée de l'incandescence à l'air libre et en la perfectionnant par l'emploi de matières réfractaires et inoxydables.

Si, pour ces épreuves, on emploie du courant continu, il est nécessaire d'avoir, dans le circuit, un inverseur qui permette d'en changer brusquement le sens, quand cette fusion semble imminente ; la perle bleue passe alors sur l'autre fil où se manifeste l'effluve. Pendant cette opération, il faut chauffer, d'une façon continue et extérieurement l'ensemble de la lampe ; on y arrive à l'aide d'un petit foyer à gaz placé au-dessous. En même temps, au moyen d'un petit tube à gaz sous pression, on dirige une chaleur douce sur le queusot de la lampe dans toute sa longueur, de manière à éliminer toute trace d'humidité. Cette chaleur douce détermine l'action chimique qui absorbe les gaz restants et l'on voit la perle bleue quitter les points de soudure du filament au fil métallique et monter le long de ce dernier.

Au fur et à mesure que la force électro-motrice s'élève, on constate une tendance marquée de l'effluve à se répandre dans l'intérieur de l'ampoule et plus particulièrement dans le plan du filament. C'est à ce moment qu'il convient de fermer, par ramollissement du verre, le queusot de la lampe et de la séparer de la pompe. On continue néanmoins à pousser graduellement la force électro-motrice entre les extrémités du filament

et à chauffer avec précaution le produit chimique intérieur; l'effluve finit par remplir complètement l'ampoule et, à cet instant, la combinaison de ce produit avec les gaz restants est à peu près complète. Continuant à chauffer légèrement l'ampoule, on voit l'effluve, qui la remplissait tout entière, disparaître complètement. Le vide est alors absolu.

Cependant, avant de fermer définitivement la lampe, en la séparant du queusot, on doit s'assurer de cette perfection du vide, au moyen de la bobine d'induction. Si, sous cette action, on constate encore une effluve, il reste assez de la matière chimique pour qu'on puisse la faire disparaître en renouvelant les dernières opérations. Il est même utile de remettre la lampe en connexion avec la pompe et d'augmenter encore la différence de potentiel entre les extrêmités du filament. L'aspect seul de l'effluve sert de guide. L'œil se familiarise avec les indications fournies par cette coloration.

Ces opérations doivent être menées rapidement et l'on arrive à la perfection du vide en moins d'une minute.

Lorsque l'effluve, sous forme de perle, est rougeâtre au lieu d'être bleue, c'est un signe à peu près certain de fêlure dans la lampe et l'on constate alors que la perle, au lieu de se transporter par petits sauts le long les fils métalliques, s'allonge sur le fil en formant autour de lui une sorte de gaîne rougeâtre, sans se répandre dans l'ampoule.

Grâce à ce procédé, on obtient un vide plus parfait, premier élément de longévité des lampes ; une sécurité contre les courts-circuits, les lampes défectueuses se trouvant reconnues et rejetées ; une densité plus grande et une surface plus lisse du filament dont la désagrégation se trouve ainsi retardée et la durée prolongée de

deux à trois cents heures; une rapidité plus grande dans la confection; enfin la suppression des accidents résultant, par les anciens procédés, de l'emploi du mercure pour les ouvriers chargés de l'opération du vide.

Parmi les autres expositions curieuses de cette classe, on citera :

De nouvelles lampes à incandescence, où la combustion se fait à l'air libre; le réchauffement préalable s'effectuant automatiquement ou à la main. Une fois cet échauffement produit, le courant porte à l'incandescence un filament de magnésie. Ces lampes n'absorbent que moitié de la puissance que demandent les meilleures lampes à filament de charbon. La durée d'éclairage y est de 200 à 300 heures; elles sont actuellement établies pour une tension de 220 volts et un pouvoir éclairant de 25 et 50 bougies.

Une lampe à arc, caractérisée par la position angulaire des deux charbons, contrairement aux lampes ordinaires dont l'éclairage s'étend surtout par nappes horizontales. Par cet arrangement oblique, on parvient à faire tomber la plus grande partie des rayons au-dessous de la lampe, le réflecteur ne servant qu'à refléter vers le bas les rayons peu nombreux dirigés vers le haut; cette lampe peut donc être suspendue plus haut que les autres.

Le mécanisme, très simple, consiste en une crémaillère et une série d'engrenages pour chaque charbon; il est combiné pour assurer un glissement égal des charbons; il est actionné par le poids des porte-charbons et arrêté par l'effet d'un solénoïde.

Les mesures photométriques ont établi que l'économie de cette lampe est très supérieure à celle des autres systèmes.

Une lampe à arc fonctionnant dans toutes les positions. Le mécanisme actionne les porte-charbons par

l'intermédiaire de deux crémaillères; il est supporté par un plateau de fonte sur lequel sont adaptés deux tubes de laiton réunis à leur extrémité inférieure par une entretoise. Dans ces tubes peuvent coulisser les deux crémaillères, qui, à leur partie supérieure, sont actionnées par le mécanisme de commande et par leur partie inférieure actionnent les porte-charbons, ces derniers participant ainsi invariablement aux mouvements des crémaillères. Le porte-charbon supérieur seul est isolé; le courant y est amené par un câble souple, dont le point de départ est constitué par un plot isolé sur le plateau.

Le mécanisme moteur, constitué par une combinaison de rouages se terminant par une étoile, comprend un barillet garni d'un ressort moteur. Les crémaillères, dont les mouvements s'effectuent en sens inverse, sont commandées par un engrenage solidaire de l'axe du barillet. Le point lumineux reste constamment fixe. L'ensemble des rouages peut osciller autour de l'axe du barillet; il est soumis à l'influence d'attraction d'un électro-aimant, monté en série. La formation de l'arc est obtenue par le mouvement donné par cet électro-aimant à l'ensemble des rouages. Une bobine à armature en forme de double T, montée en dérivation, commande un interrupteur automatique qui, par l'intermédiaire d'un levier, agit sur l'étoile, à la façon d'un échappement, en vue de rapprocher les charbons pour les maintenir à l'écartement voulu.

Le mécanisme de réglage placé sur le plateau est protégé par une enveloppe métallique, qui porte, à sa partie supérieure, les bornes d'arrivée du courant et une chape munie d'un isolateur en porcelaine destiné à isoler l'appareil de la suspension.

Télégraphie

La *Télégraphie* avait déjà, en 1889, atteint un tel degré de développement que ses progrès paraissent moins sensibles. Les procédés d'exploitation n'ont point été modifiés et aucun appareil nouveau de réelle importance n'a été introduit dans le service. Il convient cependant de signaler la tendance qui se manifeste à l'emploi d'appareils télégraphiques multiples échelonnés, afin d'amener les lignes à leur maximum de rendement; une application de cette méthode a été le télégraphe imprimeur, au moyen duquel on peut lancer simultanément plusieurs télégrammes sur une même ligne; tout dernièrement on a pu, à l'aide d'un appareil phonique, échelonner jusqu'à vingt-quatre postes.

Dans un ordre d'idées différent, un système de télégraphe absolument nouveau a donné des résultats remarquables : un inventeur a créé un dispositif permettant, à de grandes distances, l'échange de télégrammes entre des postes non reliés. Cette télégraphie sans fil semble appelée à une prompte extension et à des usages pratiques.

L'industrie des câbles sous-marins s'est beaucoup développée en France, dans ces dernières années ; une Société française a fabriqué le plus grand câble qui existe actuellemeut dans le monde entier ; il a 3,000 milles de longueur et relie Brest au cap Cod. Ce câble a été construit conformément aux nouvelles méthodes ; dans le but d'accroître la vitesse de transmission, on a cherché à réduire le plus possible la capacité électrostatique de l'âme tout en augmentant sa conductibilité. Ce résultat est obtenu par l'accroissement du poids du cuivre et de la gutta et par la modification de la forme du toron dont le brin central devient beaucoup plus

gros que les autres. En même temps, la résistance mécanique du câble a été rendue considérable par l'emploi, pour l'armature, de fils d'acier à très forte résistance.

Un perfectionnement d'origine française, qui paraît destiné à favoriser le développement de l'industrie des câbles, tend à s'introduire dans les procédés de fabrication de la gutta-percha. Jusqu'à ces dernières années, on récoltait cette gomme en ayant exclusivement recours à l'opération brutale de l'abattage des arbres producteurs. Aujourd'hui on sait la tirer des feuilles cueillies sur les arbres vivants.

— Enfin, on tend de plus à substituer dans les bureaux les accumulateurs aux piles pour la transmission; on obtient ainsi moins d'encombrement et une économie dans l'exploitation.

Téléphonie

La Téléphonie s'est considérablement développée en France durant ces dernières années. L'accroissement de clientèle a conduit l'administration à adopter, pour ses bureaux centraux, les appareils multiples à grande capacité, pouvant desservir jusqu'à mille abonnés. Cette augmentation de la capacité des multiples a été rendu possible par la substitution du montage en dérivation au montage en série; on a supprimé l'entretien des piles chez les particuliers en adoptant des piles hermétiques et à liquide immobilisé, à faible résistance pour les microphones et de petites machines magnétiques pour les appels; on finira par grouper toutes les piles au poste central.

L'allongement des lignes téléphoniques, pour com munications interurbaines et internationales a eu

comme conséquence la substitution du cuivre au fer pour les grands conducteurs.

Ce développement des réseaux téléphoniques a déterminé les progrès de l'industrie des câbles sous papier. Les conducteurs de cuivre, isolés à l'aide de bandes de papier, se groupent en très grand nombre, sous une même gaîne de plomb, qui les met à l'abri de l'humidité. Ces câbles sont peu encombrants et présentant une très faible capacité électro-statique, permettent la constitution de grands réseaux souterrains.

On cherche actuellement à fabriquer des câbles sous-marins à isolement d'air et à très faible capacité.

Un des appareils les plus curieux de cette classe est le « Telegraphon » exposé à la section danoise. C'est une sorte de phonographe, basé sur un principe tout nouveau ; l'impression au lieu d'être produite par un stylet sur de la cire, l'est sur un fil d'acier par un aimant. (V. p. 143).

Sur une bobine cylindrique est enroulé un fil d'acier d'environ 1^{mm} de diamètre, les spires se touchant l'une l'autre. Devant cette bobine, dans la position qu'occupe le stylet devant le cylindre de cire du phonographe, est un petit électro-aimant dont les extrémités polaires, saillantes, réduites à faible diamètre, embrassent la moitié supérieure de l'enroulement. La bobine est supportée par un axe horizontal et est animée d'un mouvement longitudinal. L'électro-aimant est relié avec un téléphone transmetteur et une batterie; les sons émis font varier l'intensité du courant dans l'électro, qui à son tour agit d'une façon correspondante sur les fils de l'enroulement qui passent à ce moment devant ses pôles et les impressionne d'une façon permanente.

La transmission terminée, si l'on ramène la bobine à sa position initiale et qu'on la remette en rotation, les spires agiront en sens inverse sur l'électro-aimant

qui fera parler le téléphone. L'impression de la bobine étant permanente, on pourra téléphoner à une personne absente, qui à son retour se fera répéter par la bobine la communication. Ce système permettra aussi de faire connaître immédiatement et simultanément à un nombre d'abonnés quelconque, les faits importants journaliers, les télégrammes, etc. ; pour ce service, au lieu d'une simple bobine, on emploierait une bande d'acier continue, montée comme une scie à ruban sur deux poulies ; on *imprimerait* sur cette bande, par un électro relié à un téléphone, les textes à transmettre, puis la bande se déplacerait, devant autant d'électro-aimants qu'il y aurait d'abonnés, chacun d'eux ayant naturellement une ligne spéciale.

La bobine impressionnée peut être conservée et remplacée par une autre ; ou bien, s'il n'importe pas de garder la communication téléphonique dans son originalité et avec son cachet d'authenticité, il suffit de faire passer dans l'électro-aimant un courant continu et de faire tourner devant ses pôles la bobine qui, par cette action nouvelle, uniforme, redeviendra vierge et pourra servir à de nouvelles communications.

Applications diverses de l'Électricité

On se bornera à citer dans cette classe : les appareils scientifiqnes et instruments de mesure, l'électricité médicale, l'horlogerie électrique, etc. Dans l'industrie des chemins de fer, par suite de son rapide développement et des vitesses de plus en plus grandes exigées, on a vite reconnu la nécessité d'éloigner des gares les signaux fixes, de façon à augmenter l'efficacité de la protection à distance. Il a aussi été jugé indispensable de ne laisser s'engager un train, qu'après qu'on eut acquis l'assurance que le train précédent avait bien dégagé la

section, d'où la nécessité d'installer des correspondances électriques, donnant les indications voulues aux agents chargés de laisser passer les trains ou de les arrêter. C'est le principe du block-system.

Longtemps, les signaux électriques furent indépendants des signaux fixes de protection; sur les lignes à forte circulation, on dut les solidariser, pour augmenter les garanties de sécurité. On est arrivé au résultat voulu, en annexant des serrures électriques aux signaux ou à leurs leviers de manœuvre. Le block s'est ainsi trouvé enclanché, les signaux ne pouvant être mis à voie libre qu'avec l'autorisation du poste suivant.

Pour les lignes à voie unique, on a installé le long de la voie des cloches électriques à gros timbre, destinées à indiquer aux agents des gares et de la voie, par des coups de cloche, groupés d'une façon déterminée, le départ des trains et divers incidents tels que les dérives ou la nécessité d'arrêter toute circulation.

Les sonneries de disque et les répétiteurs-miniatures renseignent les agents sur la position des signaux fixes, hors portée de la vue.

On a même installé dans les lanternes, qui constituent les signaux pendant la nuit, des appareils appelés « photoscopes » destinés à prévenir les agents d'une extinction accidentelle.

La manœuvre des aiguilles des gares est aussi enregistrée par des contrôles électriques.

Des appareils spéciaux, installés le long de la voie, renseignent sur la vitesse des trains entre des points déterminés.

L'électricité enclanche encore à distance, au moyen de verrous, des leviers isolés ou faisant partie des postes éloignés, pour l'annonce automatique des trains, soit au passage à niveau, soit à des gares ou à des bifurcations.

On commence à installer des postes où la manœuvre des signaux et des aiguilles est faite exclusivement par l'électricité, au moyen de piles ou d'accumulateurs.

— L'industrie des mines et des travaux publics a aussi trouvé dans l'emploi de l'électricité, la solution de nombreuses questions. Les exploseurs électriques ont permis d'obtenir avec sécurité des résultats dont la réalisation présentait autrefois des difficultés ou des dangers.

Les perforatrices électriques sont employées couramment et avec avantage dans les roches les plus dures. Enfin des galeries inférieures des mines, il est aisé de communiquer, au moyen d'appareils électriques, avec les installations de la surface.

— Les appareils de chauffage électrique sont de date récente ; ils se perfectionnent sans arrêt et l'on peut prévoir que, dans certains cas, le chauffage électrique sera préféré aux autres méthodes. Il est actuellement encore beaucoup trop coûteux.

— En plus du groupe V, on remarque à la Section française des Instruments de précision, des transmetteurs électriques permettant de connaître à distance les indications de thermomètres, baromètres, etc., placés en un point quelconque ; en médecine et chirurgie, l'électricité étant devenue un agent thérapeutique par son pouvoir éclairant dans les endoscopies des cavités, par sa puissance calorifique dans les électropunctures et dans l'hémostase : divers cautères, lampes ; en photographie, par suite des applications des rayons X et tant d'autres découvertes nouvelles qui font encore prévoir la création d'instruments d'une puissance et d'une précision invraisemblables : tous les tubes de Crookes, radiographies ; au Danemark, les appareils

et procédés pour le traitement de la variole par la lumière rouge, photothérapie et bains de lumière de Finsen, sont exposés avec des photographies démonstratives ; enfin, la Suède montre des appareils vibratoires électriques pour le massage et le traitement des maladies nerveuses...

— Dans la Section des Instruments de mesures électriques du groupe V, on remarque un ohmmètre à lecture directe, permettant de mesurer très rapidement les résistances. Il consiste en deux fils d'un alliage spécial, tendus sur deux échelles graduées. Plusieurs résistances indépendantes sont fournies, qui peuvent être réunies au moyen d'une douille, introduite dans l'un des quatre trous disposés à cet effet au bout droit de l'instrument. De cette façon, il n'y a qu'une seule clef dans le circuit et l'erreur due aux contacts imparfaits se trouve réduite au minimum. L'appareil est muni de deux bornes, au moyen desquelles la résistance à mesurer est mise à l'épreuve.

Un récepteur téléphonique, portant un contact qui, pressé, mettra la pile dans le circuit, est relié à l'appareil. Celui-ci est complété par une tige, au bout d'un conducteur souple, qu'à la main, on promènera sur le fil d'alliage jusqu'à ce qu'un point soit trouvé où il ne se produit aucun son dans le récepteur téléphonique.

Pour mesurer une résistance, on touche d'abord les deux bornes avec la tige. Deux sons de différentes intensités se feront entendre au téléphone et la borne qui donnera le son le plus faible indiquera que le point de silence se trouve sur l'échelle près de laquelle elle est placée. On touche alors les plaques en laiton aux bouts de l'échelle.

La plaque donnant le son le plus faible sera la plus

rapprochée du point silence. Après trois contacts de la tige, on a déjà déterminé sur quel quart de l'échelle est ce point neutre, qu'on découvre aussitôt. On lit, alors, sous ce point, la résistance en ohms de la graduation.

Ces graduations sont en 3 ou 4 couleurs et les trous de fiche sont colorés de façon à correspondre, en sorte que si la fiche est dans le trou bleu, par exemple, ce sera la graduation bleue qu'on devra lire. Le téléphone comme détecteur rend l'instrument indépendant du magnétisme et des vibrations, ce qui n'avait pas lieu avec le galvanomètre servant ordinairement à ce genre de mesures. La batterie, contenue dans la boîte de l'instrument consiste en six petites piles sèches.

A cette classe, on citera encore :

Une plume électrique consistant en un petit appareil électro-magnétique, fixé au haut d'un tube effilé ; à l'intérieur de ce tube est une aiguille à laquelle un volant communique un mouvement de va-et-vient très rapide, donnant 9,000 à 10,000 coups par minute. Si l'on promène la plume sur une feuille de papier ordinaire, les caractères se trouvent perforés dans le papier, qui sert alors de cliché pour le tirage des copies. On le fixe dans un châssis et l'on y fait passer un rouleau chargé d'encre qui, à travers les trous, imprime la feuille blanche placée dessous. Un seul cliché peut fournir 6,000 copies à raison de 800 à l'heure.

Concernant le service des mines :

Une locomotive électrique à courant triphasé, reposant sur un châssis en fer forgé, supporté par les quatre paliers à l'aide de 8 ressorts en spirales. Le moteur actionnant la locomotive est suspendu d'un côté par un ressort spirale et de l'autre s'appuie par deux bras

formant paliers, sur un arbre, qui par deux engrenages, transmet le mouvement du moteur à l'un des essieux. L'autre essieu est actionné par le premier à l'aide d'une chaîne, disposition adoptée pour utiliser le poids total à l'adhésion.

Le moteur triphasé développe 12 chevaux, en allure normale, mais pour de courtes périodes, peut donner 18 chevaux. Le courant est conduit dans la partie fixe : la partie tournante porte trois bagues, par lesquelles un rhéostat est inséré dans l'enroulement secondaire pendant le démarrage. La prise du courant se fait par deux trolleys, les rails servant de troisième conducteur. Le régulateur pour l'insertion du rhéostat, en relation mécanique avec le commutateur, est disposé à côté du siège du conducteur, qui le manie par deux roues à mains, placées à l'avant et à l'arrière de la locomotive, pour les deux directions de marche. La roue à main du frein est à côté; son mouvement est transmis à chacune des quatre roues par des vis et un système de leviers. Cette locomotive, d'un poids de 300 kilogs, marche sous 300 volts et peut faire 12 kilomètres à l'heure.

Une pompe électrique à trois pistons plongeurs, fournissant 1,000 litres à 72 tours par minute. Par suite de sa grande simplicité, elle est indiquée pour le service des mines.

Ayant un petit réservoir d'air de refoulement, elle occupe peu de place et le moteur, étant monté sur la plaque de fondation prolongée de la pompe, le montage et le démontage se font très rapidement. Le pignon du moteur est en cuir, les autres roues en fonte.

Génie civil

D'une manière générale, l'outillage mécanique a été substitué à la main-d'œuvre et l'électricité tend à remplacer la vapeur.

L'usage de la lumière électrique, de la gazoline ou de l'acétylène, pour les travaux de nuit, a encore développé les moyens d'exécution rapide.

Pour l'éclairage des phares, on a créé les feux-éclairs, au moyen d'une modification complète dans la composition et la disposition des optiques ; la durée d'apparition des éclairs est réduite au strict nécessaire ; les optiques sont constitués d'un plus petit nombre de lentilles et la vitesse de rotation des appareils est augmentée, ce qui a conduit à substituer aux roulements sur galets la rotation d'un arbre vertical, solidaire d'un flotteur annulaire plongeant dans une cuve à mercure.

Ces nouveaux optiques utilisent les 2/3 de la lumière totale, tandis que les plus puissants feux, à 6 lentilles, n'en utilisaient qu'au plus les 4/9.

Le signalement des bas-fonds et des écueils se fait à l'aide de bouées flottantes, munies d'appareils optiques, éclairés la nuit à l'aide de gaz d'huile comprimé, pouvant fonctionner plusieurs mois. Des appareils sonores, cloches, sirènes ou trompettes à air comprimé, bouées à signal sonore automatique signalent, en temps de brume, l'approche des côtes. Il existe aussi des phares flottants, munis d'un appareil lenticulaire, suspendu à la Cardan, à l'intérieur d'une lanterne.

Exposition centennale

Les expositions rétrospectives ont eu beaucoup de succès à la grande exhibition de 1900. MM. Mascart et Eugène Sartiaux se sont chargés de l'organiser. Tous les membres de la *Société Internationale des électriciens,* tous les laboratoires connus, officiels ou privés, étaient sollicités d'y collaborer, qui en prêtant un vieil appareil, qui un vieux livre, et les propositions faites, le comité faisait une sélection, un choix judicieux.

L'*électro-statique* devait, bien entendu, fournir les plus anciennes machines, une à cylindre et double électricité de Nairne de 1774, une autre de Van Marum donnant à volonté de l'électricité positive ou négative de 1797, la balance de Coulomb ayant servi à démontrer les lois des attractions et des répulsions électriques de 1785, un jouet destiné à montrer les expériences du carreau étincelant ou temple lumineux à colonnes avec distributeur tournant de 1750, un électroscope à pile sèche de 1812, et l'on saute brusquement en ce domaine aux machines de Péclet 1846, et de lord Kelvin de 1860...

En *télégraphie,* un télégraphe écrivant de Pouillet de 1845, un manipulateur et des récepteurs de Bréguet de 1847 et 1848, un essai de manipulateur pour télégraphe à signes de Bréguet de 1850, des appareils à cadran à clavier de Froment de 1860 ;...en *téléphonie,* le microphone Bourseul de 1874, deux récepteurs Bell ayant servi aux premières expériences de téléphonie à longue distance entre Paris et Tours en 1879... précédant les actuels appareils.

En *électro-chimie :* une pile de Volta à modèle horizontal de 1810, une pile à double colonne de 1814, une

pile thermo-électrique au bismuth de Pouillet de 1837, un actinomètre électro-chimique de Becquerel de 1839, un grand plateau en galvano de cuivre de Jacobi de 1840, la première pièce dorée par Ch. Christofle (un revolver) de 1842, une métallisation complète de carafe du même de 1844, un buste de Dumas en galvano de 1845, un couple secondaire à lames de plomb de Planté et une formation d'électrodes en plomb de 1860, un œuf électrique pour la synthèse de l'acétylène de 1862, un four électrique Moissan de 1893....

Les *appareils de mesure* contenaient la première boussole des tangentes de Pouillet de 1830, les unités de résistance de Pouillet (1846) et de Siémens (1860), une balance électromagnétique et un galvanomètre à deux cadres de A. Becquerel de 1837,...

En *électromagnétisme* : un grand aimant naturel ayant appartenu à l'abbé Nollet en 1745, une pierre d'aimant avec armature de 1750, des machines magnéto-électriques de Pixii (1832) de Clarke (1834), de Page (1850), des électromoteurs de Froment de 1845 et 1847, de l'Alliance (1856), les premières Gramme à quatre pôles et pour l'électrochimie (1871 et 1872).

En *électrodynamique et éclairage :* la table d'Ampère ayant servi à ce savant pour la démonstration des lois de l'électrodynamique de 1820, l'appareil de Pixii et Ampère pour les premières expériences d'induction avec aimants concentriques de 1832, les lampes à arc d'Achereau et de Foucault de 1849, de Duboscq de 1858, la primitive lampe Siemens (1875) et Carré (1876), un tableau de bougies Jablockoff de 1878 et le foyer installé avenue de l'Opéra par le même en 1879, les régulateurs de 1854, 1878, 1879; des lampes à incandescence à charbon, à graphite, à air libre, à air raréfié de 1872, 1873, 1874, 1876, à filament de molybdène de 1890; la première lampe à incandescence fabriquée

en France par la Société Edison en 1882; la première lampe de 500 bougies fabriquée à Ivry en 1893...

Les *appareils divers* contiennent des appareils ayant servi à l'étude des lois du dégagement de l'électricité par la pression de A. Becquerel (1820), des tubes à vide à décharges avec corps phosphorescents de Ed. Becquerel de 1858...

Les *livres* remontent à 1562 : Kircher, l'abbé Nollet, Marat, Priestley, Mauduyt, Haüy, Humboldt, Œrsted, Ampère, Chappe, de Lahire,... y sont représentés.

La Locomotion électrique dans l'Exposition

La Compagnie de l'Ouest s'était imposé, en prévision de l'Exposition, une tâche très délicate.

C'était celle qui concerne le service de la ligne Invalides-Versailles, dans le tronçon qu'elle a de commun avec les lignes Invalides-Saint-Lazare par le Trocadéro et Invalides-Saint-Lazare par les Moulineaux.

Suivant cette ligne, *Invalides-Versailles,* on trouve d'abord la nouvelle ligne des Invalides qui est presque entièrement couverte à une hauteur relativement faible au-dessus des voies ; à sa suite vient la tranchée qui, sur une longueur de 300 mètres environ, est couverte d'une façon définitive et qui, sur le reste de sa longueur, jusqu'au-delà du pont d'Iéna, supporte, pendant l'Exposition, les palais des Nations et forme ainsi un long tunnel provisoire ; un peu plus loin, commencent des rampes de $10^{m}/^{m}$ par mètre par lesquelles la ligne s'élève jusqu'à la station de Meudon, a l'entrée du tunnel de 3.350 mètres de longueur, tout entier en pente de $8^{m}/^{m}$ par mètre. La tête la plus élevée de ce tunnel faisant face aux vents d'ouest,

on a dû renoncer à y installer une ventilation artificielle.

On s'est alors décidé à prévoir sur cette ligne la traction électrique des trains de banlieue, dont en raison de leur nombre (jusqu'à 3 par heure dans chaque sens), la traction par locomotive à vapeur n'a pas paru compatible avec un si long tunnel en rampe. Comme d'ailleurs on avait à pourvoir à l'éclairage d'un grand nombre de gares dans Paris, à des services de manutention, de compression d'air, épuisements, on a concentré toute la production d'énergie dans une seule usine.

Cette usine s'élève près de la gare des Moulineaux entre la Seine et la ligne. Elle contient des groupes électrogènes de 800 kilowatts, chacun produisant le courant triphasé à 5,000 volts. Ces groupes sont actionnés par des machines horizontales, auxquelles la vapeur est fournie par deux grandes batteries de chaudières semi-tubulaires.

Le courant à haute tension, après avoir passé dans la chambre des enregistreurs, s'écoule par des câbles à haut isolement qui, par précaution, sont complètement souterrains. Ces conducteurs se composent de trois câbles en cuivre isolés l'un de l'autre et noyés dans un isolant, le tout garni d'enveloppes successives en plomb, en filin imprégné et en acier. Ces câbles à haute tension aboutissent aux sous-stations de transformation qui sont au nombre de trois; l'une d'elles est située au Champ-de-Mars.

Dans chacune sont disposés des transformateurs statiques alimentant des convertisseurs rotatifs transformant le courant à 5,000 volts alternatif, en courant à 550 volts continu.

Des convertisseurs, le courant continu passe dans la voie électrique; cette voie se compose d'un conducteur

en forme de rail spécialement éclissé et supporté à l'extérieur de la voie par les extrêmités des traverses avec interposition d'isolants. Le retour du courant se fait par les rails de la voie courante aussi spécialement éclissée à cet effet. Des interrupteurs convenablement disposés permettent les réparations.

C'est sur cette voie électrique que les locomoteurs viennent prendre le courant au moyen de frotteurs d'une forme spéciale; ils sont placés à droite et à gauche de la machine, à l'avant et à l'arrière, à cause des changements de côté et des interruptions de conducteur indispensables aux changements de voie.

— Les locomoteurs sont calculés pour remorquer, sur la pente continue de $0^{m}010$, des trains de 110 tonnes, marchant à la vitesse de 50^{km} à la montée et de 75 à 80^{km} à la descente. Ils sont portés par deux bogies à deux essieux et chaque essieu porte son moteur suspendu; ce dispositif a paru indispensable à cause des grandes vitesses que certains de ces trains doivent pouvoir prendre à leur descente sur les Invalides.

La caisse qui repose sur les bogies comporte au centre un compartiment-fourgon et à chaque extrémité un poste de manœuvre complet, ce qui dispense de plaques tournantes. Une pompe électrique actionne le frein continu à air comprimé. Dix locomoteurs électriques sont construits pour ce service.

On a été conduit à combiner avec ces locomoteurs électriques quatre locomoteurs à air comprimé. Il était, en effet, impossible de songer à équiper électriquement toute la gare des Invalides et une machine de manœuvre inoffensive au point de vue du dégagement de la fumée y était nécessaire; en outre, il fal-

lait assurer une intensité énorme, à certaines heures, au service de navette entre les Invalides et le Champ-de-Mars, et les conduites électriques limitaient cette intensité avec des locomoteurs électriques, à moins de faire des dépenses considérables pour la période de l'Exposition. Trois locomotives à air comprimé, ayant chacune leur travail emmagasiné pour plusieurs voyages, au début de cette période, fournissent un excellent et très puissant adjuvant sans surmener l'usine.

Enfin, la compression de l'air constitue un travail régulier fort important pour une usine électrique soumise à des à-coup aussi grands que ceux des démarrages des trains électriques.

Une sous-station d'air comprimé a donc été établie aux Invalides; elle se compose de moteurs actionnés par le courant à haute tension et de compresseurs prenant l'air à la pression de 6 kilogs des conduites de la Ville pour l'amener en deux cascades à la pression de 80 kilogs pour le chargement des réservoirs alimentant les bouches d'air de la gare des Invalides; à côté de ces bouches d'air en sont d'autres de réchauffage.

— Le Trottoir roulant est établi sur un viaduc de 7 mètres de hauteur, soutenu par des piédroits constitués par de fortes poutres en bois; il suit l'itinéraire suivant : Esplanade des Invalides, rue Fabert, quai d'Orsay, avenue de la Bourdonnais; puis la ligne quitte l'enceinte et revient à l'Esplanade des Invalides par l'avenue de la Motte-Picquet.

Le parcours est d'environ 3,500 mètres.

On accède au viaduc par douze stations distribuées dans l'enceinte de l'Exposition.

Ce viaduc supporte trois trottoirs continus, l'un fixe,

les deux autres mobiles, dont l'un marche à une vitesse de 4 kilomètres à l'heure, l'autre à une vitesse de 8 kilomètres.

Le premier de ces trottoirs fait son tour complet en 53 minutes, l'autre en 26 minutes. Celui-là a 90 centimètres de largeur, celui-ci 2 mètres. Des garde-fous les bordent, assurant la sécurité. L'électricité actionnant ces trottoirs est fournie par l'usine des Moulineaux de la Compagnie de l'Ouest.

Le courant alternatif est transformé en courant continu, afin de rendre le démarrage facile et de permettre, au besoin, l'augmentation ou la diminution de la vitesse de translation — par une usine située en face le pavillon du Creusot. — Il est conduit à la plate-forme par 9 câbles et reçu sur un tableau de distribution où il est réglé pour la marche dans un sens ou dans l'autre ou pour l'arrêt immédiat.

— Le Chemin de fer électrique suit le même itinéraire, mais sa vitesse est de 17 kilomètres à l'heure, il est mû par le courant conduit de la même usine par un rail central, parallèle aux deux rails de roulement. La voie est tantôt aérienne et située à 7 mètres de hauteur comme celle des trottoirs mobiles, tantôt au niveau du sol et tantôt souterraine.

La Locomotion électrique dans Paris

La *gare d'Orléans* qui a prévu la locomotion électrique et a donné à sa façade monumentale une forme en conséquence, s'est ouverte, en l'ancienne Cour des Comptes, pendant l'Exposition. L'électricité y joue dès l'abord un rôle.

Au fond de la gare, un chariot électrique à niveau, relie transversalement toutes les voies en cul-de-sac et

deux autres voies prolongées vers les Invalides; il est assez puissant pour transborder des locomotives de 50 tonnes.

Le poste d'enclenchement qui commande toute la tête de gare est du type hydrodynamique, avec pompe actionnée électriquement.

Traction électrique. — La grande fréquentation de la ligne et surtout le séjour prolongé des machines dans la gare terminus interdisaient l'emploi de locomotives ordinaires sans précautions spéciales ; et comme il eût été fort difficile et coûteux d'assurer la ventilation, on a décidé de remorquer les trains avec des locomotives sans fumée.

Le changement de machine à la gare d'Austerlitz ne présente pas d'inconvénient. Tous les trains s'y arrêtent au moins deux minutes et ce temps est suffisant, avec des voies bien disposées, pour un changement de machine.

Les trains de luxe seuls suivent, sans arrêt, avec leurs locomotives à vapeur; mais ils sont trop peu fréquents pour que l'air du souterrain et de la gare s'en trouve vicié.

— Un autre inconvénient eût été que les locomotives ordinaires auraient eu à parcourir fréquemment le prolongement, haut le pied, pour venir du dépôt ou y rentrer, tandis que les locomotives sans fumée peuvent stationner indéfiniment au quai d'Orsay : ainsi la circulation est réduite au strict nécessaire.

Enfin, indépendamment de toute considération de traction, la Compagnie était amenée à créer une grande usine électrique pour l'éclairage de ses gares d'Austerlitz et d'Ivry ; il fut donc naturel d'étendre cette installation pour lui faire assurer la traction jusqu'au quai d'Orsay.

Au point de vue économique, on s'attend même à ce que cette traction électrique offre des avantages sur celle par locomotives à vapeur.

Comme l'emplacement de l'usine électrique était à plus de 5 kilomètres du quai d'Orsay, on renonça à l'emploi d'un courant continu à 500 ou 600 volts, attendu qu'il était moins dispendieux de produire du courant à haute tension et de le transformer dans les sous-stations.

Le courant triphasé a été préféré parce qu'il peut être employé directement à tous les usages, parce qu'il donne le minimum de poids de conducteurs, parce qu'enfin il permet d'atteindre économiquement des points très éloignés.

Etendue et système de la distribution d'énergie électrique. — Cette distribution alimente donc non seulement la traction des trains entre les gares d'Austerlitz et du quai d'Orsay (150 trains par jour environ), mais aussi l'éclairage, la manœuvre des pompes d'épuisement et d'alimentation et de nombreux petits moteurs (ascenseurs, cabestans, chariots, etc.), des installations de la Compagnie, entre les fortifications, et le quai d'Orsay, sur un développement de 6 kilomètres.

L'énergie est produite sous forme de courant triphasé à 5,500 volts et 25 cycles par l'usine située dans la gare des marchandises d'Ivry, près du pont de Tolbiac, à 5,300 mètres du terminus du quai d'Orsay.

Le courant primaire n'est utilisé directement, avec ou sans réduction de tension, que dans quelques moteurs fixes à marche régulière, comme ceux des pompes. Les locomotives électriques, les petits moteurs à marche intermittente et l'éclairage, qui comprend

principalement des arcs en vase clos, sont alimentés en courant continu obtenu par la transformation du courant triphasé. Le courant continu de la traction et des petits moteurs est produit à 550 volts dans deux sous-stations de transformation établies l'une au quai d'Orsay et l'autre à Austerlitz.

Le circuit d'éclairage, à 500 volts, divisés en quatre ponts par des égalisatrices, est entièrement distinct de celui de la traction; les appareils de transformation qui l'alimentent sont placés dans les deux sous-stations du quai d'Orsay et d'Austerslitz et dans l'usine génératrice. Chacune des deux sous-stations possède une puissante batterie d'accumulateurs montés normalement en dérivation sur le circuit de la traction, mais pouvant aussi alimenter le circuit d'éclairage.

Les égalisatrices, dont il vient d'être question, sont constituées par des dynamos semblables dont les induits sont calés sur un même arbre et connectés en tension. Elles fonctionnent tantôt comme génératrices et tantôt comme moteurs, suivant que la tension du pont sur lequel chacune est établie est supérieure ou inférieure à celle des autres ponts; elles tendent donc constamment à rétablir l'équilibre en prenant l'énergie en excès dans un pont pour la déverser sur les autres.

L'usine d'Ivry comprend deux groupes électrogènes de 1000 k. w. et les bâtiments sont construits en vue de l'adjonction d'un troisième groupe.

Sous-stations. — 1° Circuit de traction à 550 volts. — Le courant continu de traction à 550 volts est obtenu par des convertisseurs rotatifs qui reçoivent le courant triphasé après abaissement de 5500 volts à 350 volts par des transformateurs fixes.

Chacune des deux sous-stations possède deux convertisseurs de 250 k. w. tournant à 500 tours.

La caractéristique de ces appareils est établie de telle façon que les accumulateurs montés en dérivation fournissent le supplément d'énergie absorbée par les trains pendant la courte période du démarrage.

2° Circuit d'éclairage. — Il est alimenté à 500 volts par six transformateurs rotatifs à 100 k. w. chacun, répartis par deux entre les deux sous-stations et l'usine d'Ivry. Ces transformateurs sont formés de l'accouplement sur le même arbre d'un moteur triphasé synchrône sous 5500 volts. Ce moteur synchrône n'est autre chose qu'un alternateur auquel on applique un courant extérieur alternatif. Il fonctionne lorsqu'on a amené artificiellement sa vitesse au degré voulu et le synchronisme se maintient ensuite de lui-même. L'emploi de ces moteurs affranchit complètement l'éclairage des variations brusques que subit le circuit de traction.

Presque tous les arcs et beaucoup de lampes à incandescence sont groupés en série sous 500 volts : aussi la division du courant en quatre ponts n'exige-t-elle qu'une faible puissance, soit deux égalisatrices de 20 k. w. dans chacune des trois stations de transformation.

3° Accumulateurs. — Chacune des deux batteries d'accumulateurs a la capacité de 1100 ampères-heures au débit d'une heure. Elles pourvoient aux à-coup de la traction, elles régularisent la marche de l'usine, enfin, en cas d'interruption du courant primaire, elles peuvent assurer l'éclairage pendant plusieurs heures.

Conducteurs. — La distribution primaire est faite au moyen de câbles à trois fils fortement isolés et ar-

més, enterrés dans le sol ou placés dans des caniveaux en maçonnerie. Le courant secondaire de traction est distribué le long des voies par un troisième rail isolé au moyen de blocs de bois parafiné, posés sur les traverses. Le retour du courant se fait par les rails mêmes de la voie. Le troisième rail est placé latéralement à la voie, vers l'extérieur. Toutefois, dans la traversée des appareils de voie, on l'a placé soit de l'autre côté de la voie, soit même dans l'axe de la voie : aussi les locomotives sont-elles munies de trois frotteurs à l'avant et de trois à l'arrière. Elles portent en outre deux archets pour capter le courant par fils aériens, qui sont disposés au-dessus du faisceau de l'entrée en gare du quai d'Orsay et sur certaines voies de manœuvre.

Locomotives électriques. — Elles sont au nombre de huit, à quatre essieux, tous moteurs. Le moteur de chaque essieu est constitué par une dynamo série entraînant l'essieu par un engrenage simple, suivant la disposition ordinaire des tramways. La mise en marche est commandée par un régulateur série, parallèle à soufflage magnétique.

Chaque locomotive a une puissance normale de 500 k. w. : elle pèse, sans surcharge, 40 tonnes et, avec surcharge, de 45 à 46 tonnes, poids adhérent nécessaire pour remorquer un train de 250 tonnes du quai d'Orsay à la gare d'Austerlitz en 7 minutes, sans arrêt intermédiaire, et pour démarrer un train de 350 tonnes sur la rampe maxima de $0^{m}011$.

Consommation d'énergie. — L'éclairage et les petits moteurs des fortifications au quai d'Orsay absorbent annuellement 1.400.000 k. w. avec consommation horaire maxima de 500 k. w. La traction absorbe 1.200.000 k. w. avec une circulation normale de 150 trains par jour.

Dans le trajet du quai d'Orsay à Austerlitz et inversement en 7 minutes sans arrêt intermédiaire, la consommation d'énergie comptée sur la machine est de 27 w. h. par tonne kilométrique. Un train moyen de 200 tonnes absorbe 650 k. w. au démarrage et 250 k. w. en pleine marche.

Enfin, l'Exposition de 1900 marquera l'ère du *Métropolitain de Paris*, et ce n'est pas là son moindre mérite. Sans elle, sans son approche fièvreuse qui a fait la ville se piquer d'amour-propre, qui sait si cette belle entreprise tant utile, ne serait pas encore aujourd'hui à l'état de projet, de ce fameux projet autour duquel tant de batailles se sont livrées. Mais les adversaires de l'idée n'ont pas tenu contre la résolution de ses initiateurs et, presque en même temps que l'Exposition a été inaugurée, la première section du Métropolitain qui longe d'assez près la rive droite de la Seine et dont un tronçon fait pendant à la rue des Nations (1).

On a décidé de commencer les travaux par cette section — qui n'est qu'une partie du réseau total — parce qu'en perspective de l'affluence énorme qu'allait entraîner l'Exposition, il convenait de pourvoir d'abord au plus urgent besoin ; il fallait supprimer la distance entre l'est de Paris et la région de l'ouest où elle s'étend. C'est d'ailleurs suivant cette direction du levant au couchant et vice versa qu'a lieu la principale circulation de Paris.

On a donc ainsi dégagé les boulevards, la rue de Rivoli, ces voies devenues presque impraticables à force d'encombrement, et la Seine elle-même dont le service de bateaux eût été trop chargé.

Cette première section part de la porte de Vincennes

(1) Cette ligne a été définitivement ouverte au public le 14 juillet.

et aboutit à la porte Maillot, avec stations intermédiaires à la place de la Nation, à la rue de Reuilly, à la gare de Lyon où les voyageurs des trains de P.-L.-M. trouvent le moyen d'être transportés presque instantanément dans les quartiers de l'ouest; à la place de la Bastille qui forme le carrefour de tant de tramways suburbains et de lignes d'omnibus.

CHAPITRE II

FAITS, THÉORIES ET MÉTHODES

La houille blanche. — Nouvelles piles primaires. — Méthode de mesure pour les distributions à haute tension. — Phasemètres. — Fréquencemètres. — Champ électrique. — Le magnétisme des chronomètres. — Dispositif microphonique pour l'enregistrement de la marche des chronomètres ou des horloges astronomiques. — Les tramways électriques et les observations magnétiques. — Conductibilité variable des gaz dans un courant continu. — L'électrisation dans l'air liquide. — Nouvelles utilisations pratiques, physiques et physiologiques de la lumière des lampes à incandescence. — Force électromotrice dûe au mouvement d'un liquide. — Le prix de revient de l'énergie. — L'énergie électrique produite par les moulins à vent. — Sur les modifications des propriétés électriques et organiques sous l'action prolongée des courants. — Isolateurs pour câbles,... — Nouveaux procédés pour plaques d'accumulateurs — Emploi des conducteurs d'aluminium dans les transmissions d'énergie électrique.

La Houille blanche

Au moment où l'on se préoccupe de la disparition encore lointaine des ressources terrestres, de la houille

noire, du charbon notamment, il n'est pas inutile de rappeler à l'attention publique les forces naturelles si utilisables et d'en montrer les applications en Suisse par exemple. Ce pays ayant été, parmi les pays d'Europe, l'un des premiers à réaliser des installations électriques de quelque importance qui peuvent se généraliser. Il a dû en grande partie cette primauté à la configuration de son sol, abondamment pourvu de cours et de chutes d'eau constituant naturellement et presque gratuitement des réservoirs de force utilisables pour la production de l'énergie électrique. « C'est en Suisse, dit l'*Electro-Chimie,* que se trouve le plus ancien des tramways électriques, celui de Vevey à Chillon, concédé il y a plus de quinze ans. Tout en ayant donné l'exemple, la Suisse n'est d'ailleurs pas restée en arrière : les tramways à traction animale sont devenus chez eux l'exception ; la presque totalité des autres sont mus par l'électricité, dont la distribution se fait le plus ordinairement par fil aérien et trolley. C'est, chez nos voisins, le système le plus en faveur.

Les usines à électricité pour tramways n'ont cependant pas toutes recours à la force motrice hydraulique ; s'il en est ainsi à Genève et à Vevey, on se sert de moteurs à gaz à Lausanne, à Zurich, etc. A Lausanne, notamment, on emploie deux moteurs à gaz pauvre de 150 chevaux chacun, dont un de réserve. Le combustible est du menu d'Anzin qui revient à 32 fr. 50 la tonne à l'usine; la consommation est d'environ 1,150^{kg} par voiture et par kilomètre. Chaque moteur commande un dynamo. L'énergie électrique est distribuée au moyen de « feeders », les uns souterrains, les autres aériens. La voie, à l'écartement de 1 mètre, est parcourue par des voitures pesant à vide 3,5 tonnes. Des voitures plus légères sont affectées à la partie du réseau présentant une pente de 113$^{m}/^{m}$, et sur laquelle

la traction s'opère néanmoins par simple adhérence. La vitesse est de 12 à 15 kilomètres pour la montée; à la descente, les moteurs fonctionnent comme agents de résistance.

La Suisse, qui avait inauguré le système des tramways électriques, a encore la première adopté l'électricité pour l'exploitation d'une véritable ligne de chemin de fer à voie normale et de 40 kilomètres de longueur, celle de Berthoud à Thoune.

La multiplication de ces seules lignes de tramways ou de chemins de fer mus par l'électricité nécessite déjà l'établissement de nombreuses usines; mais il y a encore l'éclairage et les autres emplois toujours croissants de la force motrice. C'est ainsi que, si l'on ne compte, en 1898, que trois grandes installations électriques d'une puissance totale de 10,465 kw., il a été fait en tout 70 installations, dont 33 pour l'éclairage, 33 pour le transport de la force motrice, 14 pour ces deux destinations à la fois. Les forces hydrauliques actuellement employées en Suisse à la production de l'électricité sont évaluées à environ 100,000 chevaux.

On a dû, quelquefois, par suite d'agrandissements, introduire des machines à vapeur comme force motrice dans des installations qui, à l'origine, étaient simplement hydrauliques. Tel a été le cas, par exemple, pour l'usine de Vevey-Montreux, qui ne trouvait plus dans les eaux des gorges du Chaudron une alimentation suffisante. Cette usine fournit l'éclairage et la force motrice au littoral du lac entre Villeneuve et Corsier, sur une distance de 17 kilomètres. La distribution se fait à l'aide de courants alternatifs et transformateurs. L'éclairage comporte trois réseaux : Vevey, Montreux et Villeneuve; un quatrième réseau est réservé à la force motrice. L'hectowatt-heure coûte au

compteur 0 fr. 07, y compris le remplacement des lampes. Pour les usages industriels, ce prix est réduit de moitié; on compte même 0 fr. 15 le kilowatt-heure pour des moteurs de 35 chevaux. Une autre réduction est encore consentie pour les abonnements à l'année.

C'est le Rhône qui sert au fonctionnement des usines électriques de Genève. L'usine de Chèvres, située sur le fleuve à 6 kilomètres en avant de la ville, bénéficie d'une chute de 8 mètres 50 en hiver, avec un débit de 120^{m3} par seconde, et de 4,50^{m3} en été, avec un débit de 900^{m3} par seconde. L'usine, qui n'est pas encore complètement outillée, a été prévue pour recevoir quinze groupes de turbines de 800 à 1200 chevaux. Le courant produit par cette usine, et destiné à la ville de Genève, est utilisé de façons très diverses. Un rapport présenté à l'Ecole supérieure d'Electricité de Paris fournit les renseignements suivants :

Transformé à 45 volts, le courant actionne une usine de carbure pendant les périodes de faibles charges pour la station. Il alimente aussi, après transformation à 5,000 volts, un réseau aérien suburbain; enfin, sa principale application, celle qui est appelée à prendre le plus d'extension, est la distribution de l'éclairage et de la force motrice pour Genève.

Lucerne est alimentée par une usine qui est distante de la ville de 10 kilomètres environ et utilise les eaux de la petite Emme. Ces eaux sont amenées par un canal de 2,000 mètres de longueur et de 7 mètres de large. La hauteur de chute à l'usine est de 15 mètres; deux turbines de 6' 0 chevaux sont actionnées par cette chute et l'usine comprend en outre deux machines à vapeur. Le circuit est surtout utilisé pour l'éclairage. La ligne primaire était autrefois aérienne, même dans la ville; mais les dangers d'une haute tension ont

amené la Compagnie à adopter un réseau urbain souterrain.

L'usine qui produit de l'électricité pour la ville de Neuchâtel est aussi distante de 10 kilomètres du centre de la localité. Comme à l'usine de Chèvres, on a réservé une place importante pour des agrandissements qui deviendront bientôt indispensables. Ici, contrairement à l'usage, on a séparé la distribution de la force motrice et celle de la lumière. La première est faite avec du triphasé à 3,900 volts, la seconde avec du monophasé. Les petits moteurs jusqu'à deux chevaux sont branchés sur le circuit monophasé, tandis que les autres le sont sur le triphasé. Le compteur est admis partout. L'éclairage se paie ainsi : les 125 premières heures multipliées par le nombre de bougies de l'installation forment la taxe maximum à 0 fr. 24 la bougie-heure; les 125 heures suivantes coûtent 0 fr. 20; les 250 heures suivantes 0 fr. 18 et le surplus 0 fr. 15. Pour la force motrice, le prix du cheval-an donne droit à 3,300 heures de marche, variant de 400 francs pour un moteur de 1/4 de cheval à 160 francs par cheval pour 40 chevaux. On a calculé que le cheval effectif à vendre avait exigé une dépense en capital de 1,944 francs. Il va sans dire que la dépense est variable suivant les circonstances et les localités, qu'il ne constitue même pas une moyenne.

Toutes les usines ne sont pas aussi rapprochées que les précédentes du centre qu'elles desservent. L'usine de Schwytz distribue la lumière et la force à l'est et au nord du lac des Quatre-Cantons. Elle étendra prochainement son réseau à 35 kilomètres. L'usine de Rheinfelden, sur le Rhin, est destinée à rayonner à grandes distances ; on en pourrait citer d'autres exemples.

En résumé, à part quelques installations à gaz ou à

vapeur, la force motrice est surtout hydraulique dans la plupart des stations centrales d'électricité en Suisse; les eaux de la Reuss, de l'Aar, du Rhône, du Rhin, servent à actionner plusieurs usines très puissantes. Et c'est surtout à cette configuration du sol que la Suisse doit d'avoir l'électricité à bon marché.

MM. Cuénod et Thiéry, à la Société Internationale des Electriciens, ont, en 1900, étudié longuement ces réserves de houille blanche aussi bien en Suisse, qu'à Gênes, avec les lacs des Apennins; à Biberist, près de Soleure; à Zoug, sur la Lorze, au-dessous du lac d'Aegeri; au val de Travers, sur la Reuss; à Brescia, à Aigle, à Eisenburg (Hongrie); à Rieti, à Renteria, à Linarès, sur le rio Guadalimar,...

Nouvelles piles primaires

Une **pile galvanique** nouvelle est ainsi formée : le charbon est entouré d'une matière dépolarisante et fermé, à sa partie inférieure, par un isolateur, puis plongé dans l'eau acidulée à sulfurique remplissant le fond du vase. Ce fond peut renfermer des billes de cuivre, des copeaux, etc., afin d'augmenter l'énergie du bain. Une plaque poreuse, d'une certaine épaisseur, sur laquelle est placé le zinc, sépare la masse du fond des électrodes qui entourent le charbon. Un élément d'une telle pile possède une force électromotrice moyenne de deux volts environ.

En ces derniers temps, M. le docteur Fontaine-Atgier a trouvé un moyen tout autre de produire facilement et simplement l'énergie électrique que celui des piles ordinaires à deux liquides ; son procédé est purement physique et ouvre une voie nouvelle. Il a découvert que l'hydrogène était en quelque sorte appelé par les mailles d'un treillis en fer. Le gaz

monte et file tumultueusement au milieu d'une gaîne de treillis de fil de fer. C'est tout à fait bizarre. En sorte qu'il n'y a plus polarisation et la pile fonctionne sans arrêt. L'élément de pile de l'inventeur est ainsi constitué : Un vase en tôle de fer étamée, au centre, une lame de zinc; autour de cette lame, un cylindre en treillis, et puis, suspendus sur le bord du vase, une série de petits cylindres en treillis reliés entre eux et au cylindre central. L'eau est non pas acidulée, mais alcalinisée à la soude. L'oxygène de l'eau se porte sur le zinc, qu'il brûle, et l'hydrogène s'en va au treillis. L'aspiration du gaz par les cheminées de treillis est telle qu'on voit l'eau bouillonner. Une pile, formée avec ces éléments, a fonctionné pendant plus de soixante-douze heures consécutives avec une résistance de 0,1 ohm. La force électromotrice est faible, de 0,45 volts. L'intensité moyenne est d'environ 2 ampères; l'usure du zinc, de 125 grammes par ampère-heure. Cette pile est vraiment constante. Ce qui est curieux, c'est que les treillis emmagasinent les gaz, oxygène et hydrogène. Ils pourront donc servir sans doute à constituer une pile secondaire, soit un *accumulateur* autrement léger que les accumulateurs en plomb en usage aujourd'hui. Cette nouvelle pile qui vient de naître, pourrait donc grandir (H. de Parville).

L'application des piles au treillis de fer, se recommande en raison de leur *constance absolue*, et de leur *énorme capacité* (100 ampères-heures par litre) à la *charge des accumulateurs*, et *à la Galvano-caustique*. Un des avantages de ces piles montées avec du *treillis de cuivre*, malgré que leur courant soit moins constant que dans les piles à treillis de fer, est très suffisant pour les *applications à l'horlogerie électrique*. Or, comme d'autre part, le voltage avec le treillis de cuivre est très raisonnable, 0,95 au lieu de 0,45 dans le treillis

de fer, il s'ensuit que ces éléments à treillis de cuivre, en raison de leur capacité très grande, de leur non usure à circuit ouvert, de l'extrême simplicité de leur montage, et de leur vidange automatique, réalisent bien l'idéal rêvé au point de vue de l'horlogerie électrique, où on en est réduit aujourd'hui aux couples à sulfate de cuivre.

Depuis encore, M. Fontaine-Atgier a imaginé une pile à double excitation (soude et acide azotique), où, avec des zincs très petits et des enveloppes perforées, il obtient un haut voltage.

« Mes piles à double excitation électrogénique, écrit le Dr Fontaine Atgier, à la direction de l'*Année électrique*, fonctionnent actuellement sans mon dispositif à grille, et sans matière neutralisante des vapeurs nitreuses. Celles-ci, en effet, grâce à la composition de mon liquide dépolarisant spécial (*formule réservée*), se *transforment en ammoniaque* lequel se dissout dans la lessive alcaline, en partie en nature, et en partie sous forme de nitrate et probablement aussi de zincate d'ammoniaque.

On peut fournir avec deux de ces piles, modèle 13/20 centimètres 100 volts en 18 heures *sans arrêt,* sur moteur-ventilateur, avec une intensité moyenne de 1,38 ampère, et une différence de potentiel également moyenne de 4 volts pour les deux couples, encore 3 v. 60 (régime de deux accumulateurs) à la 15e heure. Le voltage avant le travail est de 4 v. 70, soit 2 v. 35 par élément.

En dehors de la production de la force motrice (1), les piles à double excitation sont les plus avantageuses pour la *lumière électrique* domestique, *la charge des accu-*

(1) Machines à coudre, ventilateur, allumage des moteurs, substitution possible aux accumulateurs pour l'automobilisme.

mulateurs, et en général dans toutes les applications où les conditions du travail ne comportent pas une résistance *inférieure à 2 ohms*. Le prix de l'énergie par ces électromoteurs, j'entends de *l'énergie utilisée* et *pratiquement utilisable*, revient à 4 francs le cheval heure.

Ces piles se montent actuellement dans des vases en fer-blanc munis d'un système de tuyauterie permettant la vidange automatique de la lessive de soude. Quant à la vidange du liquide dépolarisant, nous posons en principe, qu'après chaque travail accompli, les vases poreux qui le renferment doivent être retirés des éléments, non-seulement pour changer de liquide, mais encore pour extraire de leur enveloppe en carton, les carcasses en celluloïd ou en carton durci perforé, afin de les réintroduire dans des gargousses neuves.

Cette complication est très peu de chose relativement à l'avantage inappréciable qu'elle procure de fonctionner avec des vases poreux d'une résistance *toujours la même*, et aussi *toujours très faible*.

Je vous rappelerai également que le principe de la carcasse en carton durci ou en celluloïd perforé, permet, suivant le nombre et la grandeur des trous pratiqués, *de graduer l'activité* des actions chimiques, et de graduer, par conséquent, l'intensité du courant conformément à l'usage auquel on destine la pile. Pour la médecine, par exemple, où la force électromotrice est surtout recherchée, nos vases poreux ont des trous qui atteignent à peine, dans leur ensemble, la vingt-cinquième partie de la surface totale de la carcasse. Au contraire, nos vases poreux réservés à nos couples à grand débit, ont une surface perforée atteignant la sixième partie de la surface totale du cylindre en celluloïd (1). »

(1) La pile sera naturellement beaucoup moins à circuit ouvert dans le premier cas que dans le second.

Méthode de mesure pour les distributions à haute tension

Cette méthode, applicable aux seuls courants alternatifs, est brevetée en Allemagne par la Société Lahmeyer et Cie, qui l'emploie pour l'utilisation facile des voltmètres, ampèremètres, wattmètres, indicateurs ordinaires de phases, etc., à la mesure des hautes tensions qui sont de plus en plus adoptées pour les distributions d'énergie électrique.

Elle consiste à brancher les appareils de mesure dans un circuit principal et alimenté par une des bobines de l'induit fixe de la dynamo qui, à cet effet, n'est pas connectée avec les autres. La bobine de l'induit n'a pas de relation avec les autres; elle alimente un circuit comprenant le primaire d'un transformateur, l'ampèremètre, le wattmètre, tandis que le voltmètre indique la tension.

Toutes les bobines de l'induit étant identiques, il suffit de multiplier les indications du voltmètre par leur nombre pour avoir la tension totale.

L'intensité étant d'ailleurs la même dans toutes les bobines, l'ampèremètre en donne la valeur dans le circuit de distribution. Quant au wattmètre, il suffit de multiplier ses indications par le nombre de bobines pour avoir l'énergie consommée. Le transformateur a pour coefficient de transformation 1 : 1, et son secondaire est mis en série avec le circuit principal, de sorte que, malgré la mise à part de la bobine, la tension du réseau n'est pas modifiée.

S'il est vrai que le rendement supposé du transformateur soit de 100 0/0 et qu'on néglige les pertes dans le fer et le cuivre, on peut facilement tenir compte de ce fait.

Cette méthode s'applique aussi bien aux courants triphasés qu'aux courants alternatifs simples.

Supposons une machine à courants alternatifs simples de 100 kw sous 10,000 volts à 50 périodes, et tournant à 90 tours/m. le voltage donné par une bobine est 150 volts et convient très bien aux appareils de mesure existants. L'intensité maxima du courant étant de 10 ampères, il suffira d'employer un transformateur de 1,5 kw sous 150 volts, lequel est beaucoup plus facile à construire qu'un transformateur de mesure pour transformer 10,000 volts en 150.

Si au lieu de machines à faible vitesse et à grand nombre de pôles, il s'agissait d'alternateurs ayant peu de bobines et tournant très vite, le voltage d'une bobine seul pourrait être encore trop élevé pour les appareils de mesure courants, dans ce cas, on alimente le circuit spécial de mesure avec une fraction de l'enroulement d'une bobine. (P. PERRIN, in *Mois scientifique*.)

Phasemètres (1)

Ces instruments indiquent directement le décalage qui existe entre un courant alternatif et sa tension. Ils sont pour ainsi dire inconnus en France et seules quelques maisons allemandes en exposent.

Le phasemètre Siemens se compose de deux bobines perpendiculaires, dont l'une est traversée par le courant principal et l'autre branchée en dérivation sur le circuit.

Sous l'influence de deux champs alternatifs plus ou moins décalés et agissant dans deux directions perpendiculaires, il se produit un champ tournant dont

(1) M. Aliamet. — *Bulletin de la Société Internationale des Electriciens*, septembre-octobre 1900 : *Les Appareils électriques de mesures à l'Exposition universelle.*

l'amplitude est fonction de la différence de phase entre le courant et la tension.

Un disque métallique sollicité par un ressort spiral se trouve placé au milieu des bobines ; il se comporte comme la cage d'écureuil d'un moteur asynchrone à champ tournant et dévie d'autant plus que le décalage qu'on mesure est plus grand.

Le phasemètre des tangentes du professeur Ricardo Arno se compose d'un électrodynamomètre dont le circuit fixe est traversé par un premier courant alternatif, le circuit mobile étant traversé par le second courant dont on cherche la différence de phase relativement au premier.

Au milieu des bobines de cet électrodynamomètre se trouve un système de deux cadres mobiles perpendiculaires entre eux et fermés sur eux-mêmes. En pratique ces cadres sont constitués par un tambour en aluminium dont on a coupé des portions. Le cadre mobile de l'électrodynamomètre est ramené au zéro par la torsion d'un ressort et il en est de même pour le tambour. Des deux lectures successives des angles de torsion on déduit la tangente de l'angle de décalage existant entre les deux courants qui circulent dans les bobines de l'appareil.

Fréquencemètres

Les fréquencemètres sont, dit encore M. M. Aliamet, comme leur nom l'indiqne, des instruments qui servent à déterminer la fréquence d'un courant alternatif.

Comme ces instruments sont peu nombreux et que leur usage est d'ailleurs assez restreint, nous ne ferons que décrire le fréquencemètre à diapason de M. Stockardt, construit par la maison Stieberitz, de Dresde.

Cet instrument se compose d'un diapason dont les

branches sont larges et minces. Des masses peuvent être déplacées le long des branches, en tournant un bouton moletté qui, par l'intermédiaire d'un fil, tire en même temps sur les deux masses.

Ce dernier point est important, les deux branches devant rester d'accord. La période de vibration diminue quand les masses se rapprochent des extrémités libres des branches. Ce diapason est entretenu électriquement par l'intermédiaire d'un électro-aimant traversé par le courant dont on veut déterminer la fréquence. Il entre en vibration quand sa période correspond à celle du courant.

Celle-ci se lit sur une graduation tracée empiriquement et qui s'étend de 40 à 50 périodes par seconde.

L'instrument est disposé comme un voltmètre et comme lui se place en dérivation sur le circuit. Il supporte 100 volts sans résistances additionnelles.

Champ Electrique

Le champ électrique ou magnétique se traduit souvent par des lignes de force enregistrables de diverses façons. Un fantôme électrostatique s'obtient directement sur une plaque photographique ordinaire, au lactate d'argent, voilée ou non voilée, par deux aiguilles reliées à une machine d'induction et servant de pôles; l'aiguille positive est appuyée sur la couche sensible, et la négative est à la distance d'un demi-millimètre environ : les lignes de forces sont alors de petits traits noirs en forme de flèches et allant du positif au négatif et obtenus sans révélateur, en pleine lumière en cinq à dix minutes; l'iodure d'or donne des traits bruns continus communiquant entre eux par de nombreuses dérivations (W. Schaffers). Les étincelles oscillantes ont leurs spectres modifiés, surtout au point de vue de leur

éclat, si l'on introduit un noyau de fer dans la bobine de self-induction (G.-A. Hemsalech). Les tubes de Gessler présentent également des particularités optiques variables avec le champ magnétique (Egoroff et Georgiewsky.)

Le magnétisme des chronomètres

Tous les électriciens ont remarqué depuis longtemps, l'influence du magnétisme sur les chronomètres (1). Les chronomètres renferment des pièces d'acier; ces pièces sont plus ou moins aimantées. M. Cornu s'est efforcé de déterminer l'effet du couple terrestre sur un chronomètre de précision dont le balancier est aimanté. Il a été amené à ces recherches par les faits suivants. Un jour qu'il était porteur d'un demi-chronomètre, il s'approcha d'un fort électro-aimant. Le chronomètre s'arrêta, puis ne marcha plus qu'avec des intermittences. Quelle pouvait être la cause de ces arrêts? Ce ne pouvait être le collage des pièces d'acier, car les pièces d'acier ne sont jamais en contact qu'avec une pierre. M. Cornu pensa que ce pouvait être l'effet des poussières magnétiques de la boîte. Il fit nettoyer le chronomètre et celui-ci marcha régulièrement pendant un an et demi. Après un nouveau nettoyage, l'instrument repartit encore. En plaçant le chronomètre sur un support horizontal, et en l'orientant suivant différentes directions, il a constaté que l'on pouvait faire varier sa marche journalière. Ces variations sont considérables et sont dues manifestement à l'action du couple terrestre. Il y a là un fait important dont on n'a pas tenu compte dans les études de marche des chronomètres. M. Cornu résume en conseils pratiques, adressés aux marins, les résultats de ses

(1) *Indépendance Luxembourgeoise : Les maladies des montres*, 5 décembre 1887 et 18 janvier 1888.

études : 1° S'assurer que le balancier du chronomètre n'est pas aimanté et, pour cela, placer au-dessus du balancier une petite aiguille aimantée suspendue par un fil de cocon ; 2° Faire des observations comparatives dans quatre azimuts, les variations de marche pouvant atteindre plusieurs dixièmes par jour. Enfin, on pourrait essayer d'enfermer le chronomètre dans une boîte en fonte très épaisse qui arrêterait les lignes de force magnétique. M. Mascart ne croit pas que pour mettre un chronomètre aimanté en état de marche, il soit à propos de l'envoyer chez un horloger, car il est impossible de désaimanter des pièces d'acier. Il est préférable de soumettre le chronomètre à l'effet d'un champ magnétique alternatif. Ce procédé a été employé avec succès pour une montre de précision lui appartenant qui avait subi l'aimantation.

Dispositif microphonique pour l'enregistrement de la marche des chronomètres ou des horloges astronomiques.

Un bon chronomètre est un instrument de première nécessité pour les navigateurs, les astronomes, les physiciens, etc. Aussi est-il nécessaire de pouvoir vérifier la valeur d'un tel instrument, en particulier, sa régularité de marche.

Jusqu'à présent, il fallait, pour étudier la marche d'un chronomètre ou d'une horloge astronomique, ouvrir le boîtier de l'instrument et le munir d'un organe enregistrant, méthode qui avait l'inconvénient de surcharger le système d'une masse additionnelle susceptible de troubler la marche de l'appareil et de nécessiter un nouveau réglage.

Le dispositif imaginé par M. Alphonse Berget permet d'éviter ce déréglage et offre toute garantie de sé-

curité. Voici en quoi il consiste : Sur le chronomètre à étudier ou sur la caisse de l'horloge est posé un microphone de Hughes à charbon vertical de petites dimensions et d'une sensibilité très grande. Ce microphone est monté en série avec une pile-bloc de huit éléments et un téléphone ; sur la membrane de ce téléphone est disposé un deuxième microphone à quatre charbons monté en série avec une pile-bloc de quatre éléments et un autre téléphone. La plaque vibrante de ce téléphone est munie d'une pointe de platine en regard de laquelle se déplace d'un mouvement de rotation uniforme, sous l'influence d'un tambour d'horlogerie et d'un régulateur d'Yvon-Villarceau, un cylindre enduit de noir de fumée. Les battements de l'échappement de l'appareil étudié provoquent une série de ruptures et d'établissements de courants qui sont inscrits sur le cylindre par la pointe de platine.

Outre le grand avantage de n'avoir pas besoin de modifier la masse du chronomètre ni de l'ouvrir, cette méthode en possède encore d'autres communes avec toutes celles qui utilisent l'enregistrement des vibrations sur un cylindre. L'erreur personnelle de lecture est supprimée. De plus, on peut comparer la marche du chronomètre à celle d'un pendule, en inscrivant simultanément sur le cylindre la marche de ce pendule. D'autre part, comme il n'est pas nécessaire d'ouvrir l'instrument pour le mettre en essai, il sera facile de faire des essais à des températures variables sans qu'il soit nécessaire d'ouvrir l'enceinte dans laquelle il sera placé chaque fois que l'on voudra modifier la température de l'expérience.

Les Tramways et substances électriques et les Observations magnétiques

M. Moureaux a essayé d'annihiler l'influence des courants dus au passage des tramways électriques, sur certains instruments magnétiques placés à proximité. Ces courants irréguliers, appelés courants vagabonds, agissent fortement sur les instruments magnétiques. Cette action se traduit sur les courbes des enregistreurs de l'observatoire du parc Saint-Maur, par des successions de hachures verticales que la courbe prolongée coupe sensiblement en leur milieu. Il y a donc un effet ondulatoire. Cet effet, M. Moureaux a trouvé moyen de l'amortir par un dispositif convenable en ce qui concerne la composante horizontale. Comme au parc Saint-Maur, on est à 3.200 mètres du tramway, il a transporté l'appareil au fort de Nogent, qui, lui, n'est qu'à un kilomètre du tramway, pour voir si les oscillations continueraient d'être amorties. Le résultat a été très satisfaisant.

— M. A.-W. Rucker a expérimenté à Stockton sur l'amplitude de la force perturbatrice due au champ magnétique des tramways à trolley et rails ; dans un observatoire, les instruments à composante verticale perdent 16,3 °/₀ ; ceux à composante horizontale, 15,9 °/₀ : le calcul donnait 29 °/₀ ; il y aurait donc concordance satisfaisante.

— Dans les Universités où il y a des élèves-femmes, on aurait constaté — en Amérique notamment — l'influence néfaste des corsets et de leurs parties métalliques sur les appareils de mesure !

Mesure rapide des faibles Self-inductions

M. Blondel a imaginé cette nouvelle méthode qui repose sur l'emploi d'un petit électrodynamomètre sensible à miroir, ayant ses deux bobines, fixe et mobile, semblables exactement, et sur une propriété des courants alternatifs diphasés, à savoir que deux courants diphasés semblables de forme, envoyés respectivement dans les circuits d'un électrodynamomètre donnent un couple nul. On introduit dans l'un des circuits la bobine à étudier; le décalage n'étant plus le même dans les deux branches, une déviation apparaît; on l'annule en introduisant une résistance supplémentaire, comme en intercalant dans l'autre branche un étalon de self-induction. On peut opérer avec un petit convertisseur rotatif et chercher à avoir des cadres de grande constance de temps et des fréquences élevées.

Conductibilité variable des gaz dans un courant continu

M. Stark montre (*Annalen der Physik*) que la résistance d'un gaz au passage d'un courant électrique est maxima près des électrodes, à cause de l'accumulation des ions de même signe dans le voisinage. Il y a un autre maximum de résistance vers le milieu, mais plutôt du côté de l'anode. La résistance est influencée par la chaleur développée aux électrodes, par les rayons cathodiques et par la vitesse inégale à laquelle les deux sortes d'ions traversent le gaz.

L'Electrisation dans l'air liquide

MM. Ebert et Hoffmann viennent de faire une intéressante expérience avec de l'air liquide : ils y suspen-

dent une masse de métal avec un fil de cocon de ver à soie, puis ils la retirent, et ils constatent que ce métal est électrisé négativement. D'ailleurs, le même résultat est obtenu avec du bois, de la cire, du verre, etc. Mais il ne se produit aucune électrisation de cette sorte si l'air est préalablement filtré et, par conséquent, débarrassé de toute particule de glace. Si, par contre, on frotte légèrement le métal sur la mince couche de glace qui se forme rapidement à la surface de l'air liquide, quand on le garde dans un verre ou une coupe, et cela simplement en la faisant monter et descendre, on constate alors que l'électrisation devient très forte. Cette partie de l'expérience tendrait à prouver que l'électrisation provient du frottement qui se produit entre la glace et le corps suspendu, la glace prenant une charge, positive. On pourrait fonder une machine électrique sur cette observation.

Nouvelles utilisations pratiques, physiques et physiologiques, de la lumière électrique des lampes à incandescence.

MM. le docteur Foveau de Courmelles et G. Trouvé (Institut, 24 décembre 1900, présentation de M. Lippmann) utilisent les miroirs paraboliques, avec lampe à incandescence placée à leur foyer, et augmentent ainsi considérablement la puissance des rayons lumineux puisqu'il n'y a nulle déperdition, concentrés qu'ils sont en un faisceau parallèle et dirigeable à volonté (Trouvé) (1). De ce principe dérivent diverses utilisa-

(1) Depuis longtemps, M. Trouvé a imaginé le *parabolographe*, appareil qui sert à construire des réflecteurs *exactement* paraboliques ; et, depuis 1893, il avait remarqué l'énorme concentration des rayons lumineux ainsi obtenus, et même l'efficacité thérapeutique : un de ses ouvriers perclus de rhumatismes, employé près de ses fontaines lumineuses, ayant été ainsi guéri

tions pratiques, comme d'éclairer fortement le champ d'un microscope et d'étudier l'influence des diverses modalités lumineuses sur les êtres vivants, infusoires, les infiniment petits, sur les matières phosphorescentes ou fluorescentes,... même avec de faibles intensités lumineuses.

Comme source d'énergie, on emploie soit la batterie portative de l'un de nous, G. Trouvé, soit le courant des secteurs d'éclairage avec des lampes de 1 à 5 ampères, alors faites avec un charbon spécial qui permet de leur donner le maximum d'intensité.

La lumière et la chaleur totales, puissants toniques de la nutrition végétale et animale, n'ont besoin que du miroir parabolique et de la lumière placée en son foyer.

La *lumière colorée*, et notamment la lumière rouge, conseillée en ces derniers temps pour empêcher les cicatrices de variole, est obtenue par un disque mobile, et diversement coloré, placé devant le miroir parabolique.

La *lumière froide* s'obtient par l'absorption des rayons calorifiques au moyen d'une solution d'alun interposée sur leur trajet, et au besoin entourée d'un courant d'eau froide.

La *lumière chimique*, que Finsen a préconisée en radiothérapie, contre le lupus, jusqu'ici incurable, et qui exige avec lui une intensité lumineuse énorme, est produite par nous dans des proportions très suffisantes ou supérieures, par notre dispositif. En effet, cet appareil destiné à agir physiologiquement, électro-chimiquement sur des tissus morbides, ne peut d'ordinaire, vu sa puissance, sa complexité et sa longueur, que se placer à l'air libre, à un mètre ou un mètre cinquante du tissu à modifier; si donc, on le simplifie et que les rayons n'aient à franchir qu'un espace, une distance quatre ou cinq fois moindre, et au lieu de se répartir

sur une surface considérable, sont concentrés sur un petit espace, l'intensité est tout entière employée. D'autre part, les nombreuses lentilles du dispositif Finsen ne sont pas sans absorber une grande partie des rayons chimiques de la lumière solaire ou de l'arc voltaïque de 80 ampères, nécessités par cette méthode (1). Notre système est formé d'une lampe variant de un à cinq ampères, au foyer du miroir parabolique décrit plus haut, de l'un de nous, Trouvé, puis d'un tronc de cône s'y emboîtant par sa grande base et terminé, à sa petite base, par une lentille plan convexe de quartz, destinée à ne laisser passer que les rayons chimiques ultra-violets; entre la lampe à incandescence et la lentille terminale se trouve, l'un entourant l'autre, un manchon extérieur dans lequel circule un courant d'eau froide constamment renouvelée, et un manchon intérieur contenant une solution cupro-ammoniacale destinée à ne laisser passer que la lumière chimique. L'air chaud entourant la lampe à incandescence peut s'échapper par de petits trous appropriés. Nous avons pu limiter la quantité d'eau employée, généralement considérable, ce qui, joint à l'intensité lumineuse énorme et nécessaire jusqu'ici, rendait difficilement et rarement applicable l'électrophotothérapie; la pompe de l'un de nous, Trouvé, permet de faire circuler indéfiniment la même petite quantité d'eau qui vient se refroidir dans un récipient extérieur. Divers robinets permettent soit la circulation d'eau froide, soit le renouvellement de la solution cupro-ammoniacale que les rayons lumineux altèrent rapidement.

(1) Ainsi que le disait M. Lippmann, en sa présentation à l'Institut, le but des auteurs est de pouvoir, en certains cas, remplacer la lampe à arc par la lampe à incandescence (ou l'acétylène) dont *toutes* les radiations sont utilisées.

Force électromotrice due au mouvement d'un liquide

Nature (8 novembre 1900) a relevé dans le *Bulletin* de l'Académie de Cracovie le compte-rendu d'expériences faites par *M. Constantin Zahrewski* sur la force électromotrice produite par le mouvement d'un liquide à travers un tube de verre argenté.

Le tube en question était un tube capillaire reliant deux grands récipients en verre à demi remplis d'eau, les électrodes plongeaient dans l'eau à une courte distance de l'extrémité du tube. Le mouvement de l'eau était produit par l'introduction d'air comprimé dans l'un des vases.

On a constaté que le courant d'eau donnait toujours naissance à un courant électrique dont la direction dépend de celle de l'eau, et l'on a pu se rendre compte que la force électromotrice de ce courant variait comme la différence de pression aux extrémités du tube; cette force électromotrice dépend aussi de la distance des électrodes aux extrémités du tube, l'augmentation de cette distance pour l'électrode opposée à l'entrée du courant donnant lieu à une diminution de la force électromotrice. Celle-ci dépend encore de l'épaisseur de la couche d'argent, et diminue à mesure que cette épaisseur augmente. Dans le cas d'une solution de nitrate d'argent, la force électromotrice disparaît et change de signe quand le degré de concentration est égal à 1/3000 du degré normal

Le prix de revient de l'énergie

Le prix de revient du cheval-heure est variable (1).
Un *homme* exerçant un effort moyen de 7 kilos sur

(1) *Dictionnaire du Commerce et de l'Industrie.*

une manivelle de 0 m. 35 de rayon, travaille pendant 8 heures à la vitesse de 3 tours par minute; le prix de la journée de l'ouvrier étant fixé à 3 fr. 50, le cheval-heure coûtera 4 fr. 26.

Un *cheval* pesant 500 kilos, attelé à un manège de 4 mètres de rayon, exerce un effort de 55 kilos à la vitesse de 55 mètres par minute pendant 8 heures ; la journée du cheval étant évaluée 4 francs, le cheval-heure coûtera 0 fr. 97.

Un *bœuf* travaillant dans les mêmes conditions, donne un effort de 65 kilos à la vitesse de 40 mètres par miuute; le prix de la journée étant compté à 3 fr. 50, le prix du cheval-heure ressortira à 1 fr. 13.

Une *machine à vapeur* (locomobile de 3 à 8 chevaux-vapeur, à haute pression et sans condensation), dont les prix varient de 1,000 francs par cheval pour les forces moyennes, consomme environ 3 kilos de houille par cheval-vapeur. Le prix de revient d'un cheval-heure fourni par une locomotive de 6 chevaux-vapeur travaillant 10 heures par jour pendant 150 jours, ressort à 0 fr. 22.

Un *moteur à pétrole* fixe consomme environ 0 lit. 500 à 0 lit. 800 de pétrole ou d'essence par cheval-heure et coûte de 600 à 800 francs par cheval. (Les moteurs locomobiles sont d'un prix un peu plus élevé.) Le prix de revient d'un cheval-heure peut être évalué à 0 fr. 34 avec le pétrole lourd et à 0 fr. 38 avec l'essence.

Un *moulin à vent* développant une force de 1/4 à 3 chevaux-vapeur et coûtant de 1,000 à 3,000 francs, fait ressortir le prix du cheval-vapeur à 0 fr. 11.

Une *roue hydraulique* dont le prix, y compris la maçonnerie et l'intallation, varie de 400 à 800 francs par cheval-vapeur, donne un prix de cheval-heure de 0 fr. 03 à 0 fr. 04.

Une *turbine*, dont le prix varie, dans les mêmes

conditions, de 300 à 500 francs par cheval-vapeur, donne à peu près le même résultat.

— Au cours d'une série d'expériences effectuées en Angleterre par M. Smithard pour l'éclairage électrique et par M. J. H. Sheldrake pour le gaz, il a été possible d'avoir une opinion à peu près certaine sur la dépense effective de l'éclairage public avec les 3 systèmes expérimentés. Toutefois, on avait, pour les lampes électriques, placé simplement dans chaque lanterne, derrière les vitres par conséquent, 2 lampes de 16 bougies qui ne donnaient,

à la distance de	3 mètres	que	2,700	bougies-mètres
—	6	—	0,609	—
—	9	—	0,310	—

C'est la plus mauvaise utilisation des lampes à incandescence que de les enfermer derrière un carreau plus ou moins propre. Les lanternes n'ont été inventées que pour les chandelles de jadis ou les becs de gaz que le vent fait vaciller. Quoi qu'il en soit, voici les dépenses comparatives d'éclairage pour une durée de 1000 heures, le gaz étant compté 0 fr. 134 le mètre cube et l'électricité 0 fr. 312 le kw-h.

avec le bec Kern n° 4.................... (y compris la veilleuse)	16 fr. 15
avec le bec de gaz ordinaire de 140 l......	18 fr. 75
avec l'électricité........................	37 fr. 50

Le bec Kern avec brûleur du système « Westminster » placé à 3 mètres de hauteur, donnait 106 bougies;

Le bec ordinaire Bray, de 140 l. à l'heure, donnait environ 10 bougies ;

Et les 2 lampes à incandescence, dites de 16 b., ne donnaient que 24 bougies (?).

Mais à Paris où l'électricité a le prix le plus élevé,

où le gaz est hors de prix..., les proportions sont-elles les mêmes ?

L'énergie électrique produite par les moulins à vent

Question toujours intéressante, puisqu'elle aboutirait, dans le cas d'une solution complète et pratique, à une économie notable dans le prix de production de l'énergie. Aussi relevons-nous soigneusement les différents essais tentés à ce sujet. Dans un récent article publié par notre confrère *Electrotechnisher Anzieger,* M. Gustave Conz, qui a spécialement étudié la direction des vents sur les côtes nord de l'Allemagne, conclut à la réalisation pratique dans ces régions d'une installation aéro-électrique. A Kappeln, dans le Schleswig-Holstein, il a même établi une turbine atmosphérique Neumann, présentant un diamètre de 11^m et une surface active de 83^{m2}. La vitesse de rotation de cette turbine est régularisée automatiquement et réduite à 11 révolutions par minute; avec un courant d'air de 2^m40 à la seconde, la turbine peut développer environ 30 chevaux. Cette puissance est appliquée à une dynamo à enroulement shunt qui tourne à 700 révolutions et qui fournit 120 ampères sous 160 volts; une batterie lui est adjointe. Dès que le vent atteint la vitesse de 2^m40 à la seconde, la dynamo est en pleine charge. La tension du réseau d'éclairage est maintenue constante au moyen d'un rhéostat de réglage automatique. Afin de pouvoir alimenter une zone importante et de charger par conséquent des batteries d'accumulateurs considérables, M. Conz préconise l'emploi d'un certain nombre de turbines semblables actionnant des dynamos groupées en parallèle et reliées à une batterie commune. — (D.) (*Electricien.*)

— Le vent peut d'ailleurs s'utiliser directement et une maison de Hambourg utilisait, en 1900, un moteur mû par cette force gratuite... mais inconstante.

Sur les modifications des propriétés électriques et organiques des câbles sous l'action prolongée des courants (1).

« Lorsqu'un câble est soumis à l'action d'un courant de sens variable, caractérisé par des flux égaux d'électricité contraires, il conserve intactes toutes ses propriétés électriques et organiques. »

« S'il est soumis à l'action d'un courant toujours de même sens, il semble perdre ses propriétés électriques et organiques, dans un ordre qui reste toujours le même, et passer par quatre états caractérisés par la perte complète d'une propriété électrique et la variation des propriétés encore conservées. Leur ordre de disparition est le suivant: self-induction; capacité; isolement; conductibilité.

« Cette action est due à la pénétration lente du métal de l'âme dans le diélectrique; elle est indépendante de celui-ci, puisqu'elle a été prouvée pour des câbles sous gutta et sous papier. Dans les deux cas, on a trouvé le cuivre de l'âme dans le diélectrique.

« Pour des câbles sous gutta, en service depuis vingt ans, le cuivre avait pénétré jusqu'à la couche extérieure du câble constitué par deux couches de gutta séparées par du chatterton.

« Dans les câbles sous papier, en service depuis quatre ans et constitués également par deux couches de papier, la couche interne seule contenait du cuivre.

« La cause de la pénétration du cuivre de l'âme dans le diélectrique est assez complexe, puisqu'elle semble

(1) Comptes-rendus de l'Académie des Sciences.

dépendre à la fois de la nature et des particularités du courant, et de la nature du milieu dans lequel est placé le câble. La comparaison des cas observés permettra sans doute de distinguer la cause effective. »

Isolateurs pour câbles,..

M. Heyl-Dia indique dans l'*Electricien* une isolation à base de cellulose, en ajoutant à la pâte de papier ordinaire une substance hygrométrique comme l'huile, la poix ou une dissolution de résine.

Il brasse énergiquement le mélange pour le rendre homogène et fabrique ensuite son papier par les procédés usuels. La quantité d'huile ou de résine peut varier, suivant la nature de la pâte à papier, de 5 à 40 p. 100.

On peut d'ailleurs employer, au lieu des liquides en question, des substances isolantes solides comme la craie, le talc, etc. La quantité à ajouter au papier est, dans ce cas, toujours, selon la contexture de la pâte, de 10 à 20 p. 100.

— Un nouvel isolateur électrique ayant l'apparence du celluloïd a été obtenu en faisant bouillir du cuir non tanné dans de l'huile. Cette substance peut être pressée ou travaillée sous toute forme, directement ou d'après le procédé d'ébullition; elle durcit par le séchage, mais elle devient souple par immersion dans un bain de sel ou d'alun; elle peut être polie jusqu'à devenir transparente.

Les Conduites de Bois pour Canalisations électriques. — Les conduites de bois diversement mouluré sont très employées pour loger les conducteurs électriques dans les canalisations, à l'intérieur des ap-

partements; elles ont l'avantage du bon marché, de la facilité de pose, et peuvent se prêter mieux que tout autre à la décoration. Il importe toutefois que ces canalisations soient établies avec le plus grand soin, car elles constituent un sérieux danger d'incendie. Le professeur Sylvanius Thompson les condamne sévèrement et n'hésite pas à en réclamer la prohibition absolue. Même quand les canalisations sont établies avec soin, elles n'offrent aucune sécurité, et souvent celles qui paraissent soignées ont été en réalité exécutées par des ouvriers qui ne connaissent rien à la pratique ou qui sont négligents. Si le bois était absolument défendu, dit le professeur Thompson, les maisons chargées de canalisations seraient forcées d'adopter des méthodes de travail qui, laissant moins de prise à un travail médiocre, diminueraient d'autant les chances d'incendie.

Le mieux serait d'employer des tuyaux incombustibles ou des fils simples dont l'isolant serait protégé par une armature de plomb.

Procédés pour rendre l'Amiante conducteur ou imperméable. — Pour rendre un tissu d'amiante conducteur de l'électricité, on opére de la façon suivante : On fait un mélange d'alcool et d'éther à volumes égaux et on dissout dans ce mélange de l'azotate d'argent dans la proportion de 50 grammes par litre. A l'aide d'un pinceau, on recouvre la surface du tissu de deux ou trois couches du collodion ainsi préparé et, dès que la prise commence, on soumet le tissu à l'action d'un courant d'hydrogène sulfuré qui transforme l'azotate en sulfure d'argent très bon conducteur.

Pour imperméabiliser les tissus d'amiante employés pour faire des joints, on peut faire usage de l'un ou l'autre des procédés suivants : On obtient l'imperméabi-

lité totale en plongeant le tissu dans un bain de paraffine en fusion et très chaud. Il faut avoir soin de renouveler plusieurs fois cette opération jusqu'à ce que l'imprégnation des fibres soit complète.

Quand on ne veut obtenir qu'une imperméabilisation superficielle, on recouvre la surface, à l'aide d'un pinceau, de plusieurs couches de l'une des solutions suivantes : solution de caoutchouc naturel dans la benzine ou le sulfure de carbone, solution de celluloïd dans de l'éther amylacétique ou de l'alcool amylique, enfin, on peut aussi utiliser avec succès la gélatine formolée.

Nouveaux procédés pour plaques d'accumulateurs

M. Léon Champagne a imaginé un moyen ingénieux pour obtenir les alvéoles qui contiennent la matière active dans les plaques d'accumulateurs. Il donne à ces alvéoles une forme presque sphérique, et les noyaux autour desquels se moule le plomb sont faits avec des boulettes de craie.

Lorsque la plaque est fondue et refroidie, on la plonge dans l'acide chlorhydrique qui dissout la craie, de sorte que la plaque se trouve démoulée en même temps que décapée.

— L'accumulateur au cadmium (système Commelin et Viau) est à plaque positive à oxyde rapporté et de poids réduit, et à plaque négative formée de celluloïd avec mince feuille de plomb repliée à augets remplis électrolytiquement aux dépens de sulfate de cadmium métallique à grains très fins ; il pourrait se décharger jusqu'à 1, 2 volts. La charge de cet accumulateur, plutôt gazeux, mettrait en liberté du cadmium et de l'oxygène.

— L'*Accumulateur Tobiansky* a une électrode à matière rapportée, la grille en plomb à alvéoles (à pastilles) est remplacée par un tissu en fil d'un alliage dont le poids spécifique est de 3,10 et qui est inattaquable par les acides. Le poids, pour une activité déterminée, est de moitié de celui des autres accumulateurs.

— L'usage du zinc au lieu de plomb pour les anodes des accumulateurs (comme dans le type Régnier) offre l'avantage d'augmenter la force électromotrice et la capacité spécifique, tout en diminuant le poids de l'appareil.

Malheureusement, le zinc se dissout quand le circuit est ouvert, on remédie très imparfaitement à ce défaut par l'amalgamation et c'est pourquoi Commelin et Finot ont remplacé le zinc par le cadmium.

Dans l'accumulateur Werner, l'électrolyte est une solution d'un mélange de sulfates de zinc, cadmium et magnésium.

En charge, on obtient un dépôt solide de zinc et de cadmium qui n'est pas attaqué pratiquement, lorsque le circuit est ouvert, le magnésium jouant un rôle non expliqué, mais important.

On trouve que, si une solution concentrée de sulfate de zinc est employée seule, un fort dépôt de zinc se produit, mais l'oxydation de la cathode est faible, tandis que, si le sulfate de cadmium est employé, on obtient un bon dépôt et une oxydation suffisante, mais la force électromotrice diminue rapidement pendant la décharge.

D'autre part, avec des solutions diluées de chacun de ces sels, la peroxydation est bien faite, mais il ne se forme qu'un faible dépôt. L'addition de sulfate de magnésium permet de réaliser toutes les conditions

nécessaires, au moyen de solutions de force modérée; néanmoins les solutions doivent être employées très étendues d'eau si l'on veut obtenir des décharges rapides.

Accumulateurs nouveaux. — Pour obtenir le maximum possible de surface active sans avoir à craindre la fragilité, M. Gustave Philippart a constitué les électrodes de son accumulateur Phénix, de la façon suivante : Elles affectent la forme cylindrique, le noyau est constitué par un cylindre de plomb antimonieux recouvert de matière active ou oxyde, et, afin d'éviter que cette matière ne vienne à se détacher du noyau par suite des trépidations auxquelles l'accumulateur peut être soumis et ne tombe au fond du bac sans avoir été utilisée, l'oxyde est entouré par une enveloppe d'ébonite, percée d'un nombre suffisant d'ouvertures, pour permettre à l'acide de venir au contact de l'électrode. Ces ouvertures ont été obtenues comme suit : l'enveloppe d'ébonite est constituée par une série de rondelles de 7 millimètres de diamètre et de 2/10 de millimètre d'épaisseur, empilées les unes sur les autres. L'espace très petit qui existe entre deux rondelles successives, superposées, permet à l'acide de baigner l'oxyde de l'électrode, elle permet aussi aux gaz de s'échapper, mais s'oppose absolument à l'entraînement de la moindre portion d'oxyde. Grâce à ce dispositif, la désagrégation de la matière active de l'électrode n'est plus possible, quels que soient les trépidations et les chocs subis par l'accumulateur.

Les électrodes sont disposées dans un bac rectangulaire et sont maintenues à la partie supérieure et à la partie inférieure par deux plaques d'ébonite percées d'ouvertures cylindriques desquelles émergent les noyaux des cylindres. Les électrodes négatives sont

soudées à une plaque de plomb antimonieux, laquelle plaque est perforée d'ouvertures de dimensions suffisantes pour permettre aux noyaux des électrodes positives de la traverser sans craindre qu'il ne s'établisse de contact. Les électrodes positives dont le noyau est plus long que celui des électrodes négatives viennent se souder à une seconde plaque de plomb antimonieux disposée au-dessus de la première. Cette liaison élastique des électrodes a, paraît-il donné d'excellents résultats au point de vue de leur conservation, les connexions ainsi réalisées se comportent parfaitement et sont très solides.

— L'accumulateur Ribbe vient d'être essayé avec succès sur une ligne de tramways électriques de Berlin. C'est un accumulateur à oxyde rapporté, mais où la plaque ne constitue pas seulement une simple trame destinée à maintenir l'oxyde. La plaque en plomb de trois millimètres d'épaisseur possède sur ses deux faces une série de rainures longitudinales et fraisures circulaires dans lesquelles est placé l'oxyde, le tout est maintenu par un cadre de plomb épais, de telle sorte que la plaque agit autant comme plaque massive que comme plaque empâtée. Afin d'éviter la désagrégation et la perte de l'oxyde, les deux faces de la plaque sont recouvertes de plaques de celluloïd percées d'ouvertures pour permettre le contact de l'acide, ces plaques ont été collées l'une avec l'autre aux travers de trous ménagés à cet effet dans les plaques avec de l'acétone, qui possède la propriété de dissoudre le celluloïd. L'élément Ribbe complet, y compris l'eau acidulée, pèse un peu plus de 755 kilogs et sa capacité est de 11 ampères par kilogramme.

— Lors d'inondations en Bavière, à Munich, une batterie d'accumulateurs put être chargée et déchargée

sous l'eau, sans inconvénient, l'éclairage ainsi obtenu étant parfaitement régulier.

Sur l'emploi des conducteurs en aluminium dans les transmissions d'énergie électrique (1).

Le fait prévu depuis longtemps se réalise aujourd'hui : l'accroissement constant du prix du cuivre et l'abaissement régulier du prix de l'aluminium ont fait qu'il est aujourd'hui plus avantageux et plus économique d'employer des lignes aériennes en aluminium que des lignes en cuivre pour les transmissions d'énergie électrique à grande distance. Nous allons présenter à nos lecteurs quelques chiffres relatifs à deux importantes installations faites en Amérique dans lesquelles les lignes aériennes de transport de l'énergie à grande distance ont été établies *exclusivement* avec des conducteurs en aluminium.

L'exemple ne sera pas perdu, et nous pensons que les quelques chiffres que nous publions pourront apporter d'utiles indications à ceux qui voudraient suivre cet exemple.

Chutes de Snolqualmie. — Ces chutes, situées dans l'Etat de Washington, sont exploitées par *The Snolqualmie Falls Power C°*. Leur puissance totale représente 75,000 kilowatts sur laquelle un dixième, soit 7,500 kilowatts, est déjà utilisé. Une partie de cette puissance est transmise à Seattle, à 40 km de distance, et une autre partie à Tacoma à 72 km, à l'aide de courants alternatifs triphasés à la fréquence de 60 périodes par seconde, produits à 1,000 volts et transformés à

(1) *L'Industrie Electrique*, reproduite par M. Adolphe Minet, en l'*Electro-Chimie*.

30,000 volts. La ligne de Tacoma est constituée par des fils d'aluminium de 5,84 mm de diamètre et pèse 33 tonnes; celle de Seattle à 6,6 mm de diamètre et pèse 30 tonnes, soit 63 tonnes pour les deux lignes,

Ces fils sont supportés par des isolateurs en porcelaine de 12 cm de hauteur et de 18 cm de diamètre. Chaque poteau supporte deux lignes, une de chaque côté, la distance triangulaire entre deux fils d'une même ligne triphasée (côté du triangle équilatéral) étant de 75 cm,

La hauteur des poteaux est, en général, de 11 à 12 m., mais on a dû quelquefois, par suite des inégalités du terrain, faire usage de poteaux ayant jusqu'à 21 m. de hauteur. L'écartement des poteaux varie entre 27 et 47 m. avec une moyenne de 33 m. pour la ligne de Seattle.

Une partie des deux lignes est supportée par les mêmes poteaux sur lesquels reposent 12 fils. Après la bifurcation, les poteaux de chaque ligne ne portent plus que 6 fils.

La ligne de Seattle alimente deux moteurs asynchrones triphasés de 1.500 kilowatts, qui sont, croyons-nous, les plus puissants actuellement en service dans le monde entier.

Chute des Blue Lakes. — L'utilisation de la rivière Mokelumne, par la *Standard Electric C*° de Californie, est relativement plus modeste. On s'est proposé de transporter une puissance de 1,000 kilowats seulement avec une perte de 8 °/₀ à Stockton, sur une distance de 69 km., à l'aide de courants alternatifs diphasés qui seront ultérieurement remplacés par des courants triphasés, en rajoutant deux nouveaux fils aux quatre actuellement en service. Les six fils constitueront alors deux circuits triphasés alternés occupant

les six sommets d'un hexagone, et dont les distances entre les deux fils seront représentées par les côtés de deux triangles équilatéraux ayant 115 cm. de longueur.

Chacun des quatre fils de cette ligne a 7,4^{mm} de diamètre et 43$^{mm^2}$ de section. La masse linéaire de ce fil est de 117,4^{kg} par kilomètre, et sa ténacité de 16,2^{kg} par millimètre carré. La conductibilité de l'aluminium employé est 59,9 °/₀ de celle du cuivre pur de Mathiessen, ce qui correspond à une résistivité de 2,66 microhms-centimètres à 0° C. L'aluminium n'a pas de limite d'élasticité bien définie, aussi fixe-t-on en pratique celle qui correspond à un allongement de 1 °/₀.

Pour le fil employé sur la ligne de Stockton, la charge produisant un allongement de 1 °/₀ est de 56^{kg} ; elle correspond à une tension de 1,3 par kh par millimètre carré. Ce chiffre peut paraître un peu faible, mais il ne faut pas perdre de vue que la densité de cet aluminium n'est que de 2,8 environ, ce qui permet d'obtenir les mêmes flèches avec des tensions bien moindres qu'avec le cuivre dont la densité est de 8,9.

La distance des poteaux de cette ligne est de 40 mètres, soit 25 par kilomètre et 1,725 pour la ligne entière. L'isolement *d'un fil* de cette ligne est très variable avec le temps. Il a atteint 44 mégohms par un temps sec pour tomber à 160,000 ohms par un temps pluvieux. Par une ondée, l'isolement a varié en deux heures de 6 mégohms à 250,000 ohms.

La capacité d'un fil a été trouvée égale à 3,35 microfarads par expérience et 3,23 microfarads par le calcul. La self-induction a été de 0,164 henry par le calcul et 0,170 henry par la mesure. L'accord est donc des plus satisfaisants.

Il n'en est pas de même lorsque l'on considère la capacité *entre deux fils*. Cette capacité varie, avec le temps, entre 0,3 et 0,9 microfarad. Avec une faible

charge, ces variations de capacité suffisent pour *antiphaser* ou *postphaser* le courant par rapport à la différence de potentiel et créer des variations de tension importantes à l'extrémité de la ligne. Le réglage à la sous-station doit donc être combiné pour régler, non seulement les variations dues à la charge de la ligne, mais aussi celles dues aux variations de sa capacité avec le temps. Il serait intéressant de voir, en s'aidant des formules, si cet effet est plus accentué avec des fils d'aluminium qu'avec des fils de cuivre, pour la même résistance, par suite du plus gros diamètre des fils d'aluminium.

CHAPITRE III

ÉLECTRO-CHIMIE

L'activité chimique des champs électriques. — Procédé Gooch pour la préparation de l'aluminium. — Préparation de divers composés du calcium. — Utilisation de courants alternatifs triphasés pour la fabrication du carbure de calcium. — Production de l'oxyde de chrome par électrolyse. — Cristallisation métallique par transport des ions. — L'emploi du four électrique pour la fabrication du fer. — Dépôt électrolytique de fer.— Fabrication de la fonte au four électrique.— Industrie du ferro-silicium. — Préparation électrolytique du glucinium. — Préparation des alliages de glucinium par électrolyse. — Galvanisation des bois et des tubes de chaudière. — Fabrication du nickel au four électrique. — Précipitation électrolytique de l'or. — Oxygène électrolytique. — Production électrolytique d'un nouvel alliage de platine. — Sucre électrolytique. — Stérilisation de l'eau par l'ozone. — L'industrie électrolytique du zinc.

L'activité chimique des champs électriques.

M. Berthelot a étudié les conditions de mise en activité chimique de l'électricité. Ses recherches ont porté, en premier lieu, sur l'action de l'effluve, sur des couches gazeuses comprises entre des surfaces diélectriques, et, en second lieu, sur l'action chimique de l'électricité atmosphérique considérée dans son état normal, enfin de l'électricité qu'il appelle *silencieuse*. Cette dernière action est tout-à-fait comparable à celle étudiée en premier lieu. En effet, au contact des pointes s'élevant dans l'atmosphère, telles que les extrémités des arbres, se trouvent des couches d'air possédant un potentiel élevé. A 30 mètres d'altitude ce potentiel est de 800 à 900 volts; à 0^m25 au-dessus du sol, il est déjà de 5 à 6 volts. Ce dernier potentiel suffit pour déterminer la production de l'ozone. De même la fixation de l'azote sur la cellulose ne demande que 5 à 6 volts. Les plantes sont donc, en général, dans les conditions voulues pour donner de l'ozone et s'enrichir en azote pendant la végétation. Lors des pluies d'orage, le potentiel atteint, à une certaine altitude, 12,000 à 15,000 volts et détermine la combinaison de l'azote et de l'oxygène atmosphérique sous forme d'acide azotique. Enfin, M. Berthelot a étudié les phénomènes qui se produisent dans un milieu gazeux dans lequel la température est très inégalement distribuée. Il fait passer un courant d'eau froide dans un tube placé en un milieu dont la température est très élevée. Dans ces conditions un champ électrique apparaît, et il se forme de l'ozone au contact du tube, M. Berthelot montre ensuite comment ses expériences et ses inductions permettent d'expliquer pourquoi l'hydrogène ne s'accumule pas dans l'atmosphère en quan-

tité sans cesse croissante. Sous l'action de l'effluve à tension considérable, 12,000 à 15,000 volts, l'hydrogène se fixe sur l'oxygène. Or, cette tension existe dans la nature d'une façon constante ; elle se révèle sur les montagnes élevées par les phénomènes du feu Saint-Elme. Il y a donc une cause permanente d'élimination de l'hydrogène atmosphérique.

D'autre part, l'ozone atmosphérique se développant avec les frottements aériens, est en corrélation avec le degré hygrométrique de l'air (de Pietra Santa, Foveau de Courmelles).

Procédé Gooch pour la préparation de l'aluminium

Le procédé Gooch est basé sur l'électrolyse du sulfure d'aluminium produit dans le bain électrolytique même au dépens de l'alumine dissoute dans ce dernier. L'inventeur utilise un mélange de fluorure de sodium et de chlorure d'aluminium ; il alimente d'alumine ce bain en fusion et y fait passer un courant de sulfure de carbone. Il prétend aussi avoir produit ce dernier au sein de l'électrolyse, en y introduisant du soufre à travers une épaisse couche de charbon, mais il préfère employer le sulfure de carbone. Il revendique la possibilité de remplacer le sulfure de carbone par tout autre composé de soufre, par de l'hydrogène sulfuré, par exemple. L'alumine est transformée en sulfure, et ce dernier est aussitôt décomposé par le courant avec production d'aluminium.

Préparation de divers composés du calcium

A côté de la fabrication du carbure de calcium, nous devons mentionner la fabrication récente de toute une

série de produits pyrochimiques. Ainsi, Bradley et Jacobs, en Angleterre (*Pat. Angl. 10290, 1898*), fabriquent simultanément le phosphore et le carbure de calcium en mélangeant des phosphates tricalciques au charbon, en proportions telles que le calcium passe entièrement à l'état de carbure de ce métal et que le phosphore se sépare de même complètement.

Moissan a produit le phosphure de calcium cristallisé, par la réduction du phosphate tricalcique au four électrique, en limitant la durée de l'opération, autrement le phosphore distille et il se forme du carbure de calcium.

A. Renault a pu de même faire le phosphure de calcium en soumettant à l'arc électrique, dans un creuset de charbon, un mélange de coke de pétrole et de phosphate de chaux.

Les phosphures métalliques se forment, d'après Meyer, par l'électrolyse, au four électrique, des phosphates, en employant des électrodes en carborundum, en carbide, en fer magnétique ou en ferrosilicium.

Par l'échauffement du coke de pétrole en présence du phosphate de cuivre, Maronneau a obtenu au four électrique un mélange de cuivre et de phosphure de cuivre dont on peut isoler, par traitement électrolytique qui enlève le cuivre pur, une combinaison Cu_2Ph.

Lebeau a isolé l'arséniure de calcium au four électrique en partant de l'arséniate de chaux et du charbon.

De Chelmot a réussi à produire le siliciure de fer à forte teneur de silicium (46, 50 0/0), au four électrique.

Lebeau, de même, obtient un siliciure de fer en chauffant le cuivre silicieux avec des tournures de fer.

Vigouroux, en fondant l'oxyde de tungstène avec du silicium, produit la combinaison du siliciure de tungstène ($Wo_2 Si_3$).

Williams, de même, un carbure double de fer et de tungstène par la fusion au four électrique d'acide tungstique, de fer pulvérisé et de coke de pétrole.

Pour finir, Mourlot obtient, à l'état cristallisé, les sulfites de strontium, de calcium et de magnésium, en soumettant à l'action de l'arc électrique les sulfites amorphes ou un mélange de sulfate et de charbon.

Utilisation de courants alternatifs triphasés pour la fabrication du carbure de calcium

Dans un des derniers numéros de l'*Electrical World*, reproduit par l'*Industrie électrique*, M. Cesare Pio étudie la fabrication du carbure de calcium à San Marcello d'Aosta (Italie). Bien que cette usine n'ait encore qu'une faible production, elle est intéressante parce qu'elle utilise dans sa fabrication des courants alternatifs triphasés et n'emploie pas de transformateurs.

A San Marcello, l'usine étant située au voisinage des grandes forêts des Alpes, on a jugé avantageux d'employer le carbone sous forme de charbon de bois. Le bois est transformé en charbon dans des cornues, et les gaz qui se dégagent servent à chauffer les fours à chaux ou les fours qui servent à cuire le mélange de chaux et de charbon. Ces deux substances sont, en effet, après pulvérisation, mélangées dans la proportion voulue et additionnées d'un peu d'eau et de goudron ; une machine effectue ce mélange et découpe la pâte obtenue en briquettes irrégulières. Ces briquettes contenant une proportion considérable d'humidité, on les sèche dans des fours chauffés par les gaz provenant du four électrique.

En mettant la chaux et le charbon sous forme de briquettes, au lieu de les employer en poudre, on évite

leur entrainement par les gaz que dégage la réaction, et on évite l'irrégularité de forme de l'arc électrique que produirait l'action des poussières dans le four, ce qui rendrait l'arc difficile à régler.

L'usine utilise les chutes de la Dora Baltea, soit une puissance de 800 chevaux environ, mais elle va être triplée. Les turbines, au nombre de deux, du type horizontal, développent 400 chevaux à 200 tours par minute; elles actionnent par câbles quatre alternateurs triphasés de 150 kilowatts; les câbles sont commandés par 4 poulies-volants de $4{,}6^{m}$ de diamètre calées sur les arbres des turbines et portant chacune sept rainures à leur périphérie pour autant de câbles en coton. Les alternateurs sont à fer tournant; la vitesse normale est de 480 tours par minute et la fréquence de 46 périodes par secondes seulement. Chacun d'eux peut débiter 800 ampères sous 146 volts.

Les fours électriques sont à marche continue ou à marche intermittente; ils comportent chacun 3 électrodes. M. Pio décrit en détail les deux types de four et en explique le fonctionnement, chaque opération avec le four intermittent dure de quatre à cinq heures.

A San Marcello, on produit, en quatre heures avec 300 chevaux, 168^{kg} de carbure de calcium pur, soit 978^{kg} en vingt-quatre heures ou $3{,}27^{kg}$ par cheval-jour. La consommation d'électrodes de charbon pendant une opération de quatre heures est de $4{,}5^{kg}$ à $5{,}4^{kg}$., ce qui représente 31,2 francs par tonne de carbure.

L'emploi de fours continus permet de réduire cette dépense.

Production de l'oxyde de chrome par électrolyse

Si on substitue (Charles Street) à la cathode en platine (qu'on a coutume d'employer) une cathode en mercure, en maintenant la température de l'électrolyse entre 70 et 80° C., on constate immédiatement la formation d'oxyde de chrome qui reste en suspension dans l'électrolyse. La réaction marche très bien et rapidement, favorisée qu'elle est par la nature de la cathode, par la circulation du liquide provenant, du fait de la température à laquelle il est soumis et du fait des bulles de gaz qui se dégagent, de la surface du mercure servant de cathode.

En partant d'une solution de chromate de soude, on peut, dans ces conditions, précipiter tout le chrome à l'état d'oxyde de chrome. L'épuisement est absolument complet, la couleur de l'électrolyse, qui au début était jaune, se modifie peu à peu pour donner finalement une liqueur incolore qui est une solution alcaline plus ou moins concentrée, suivant le degré de concentration en chromate au départ.

On peut remplacer le chromate par le bichromate ; le résultat final est le même.

Sur la Cristallisation métallique par Transport électrique de certains métaux dans l'eau distillée.

M. Thomas Tommasina a démontré, après M. D. Tommasi qui revendique la priorité (1), que la formation des chaînes de dépôts électrolytiques était la constatation du transport électrique du cuivre d'une électrode

(1) Voir l'*Electro-Chimie*, 1900, p. 13, 30 et 56.

à l'autre, dans l'eau distillée. C'est en reprenant ce sujet, pour l'étudier en variant les métaux et les liquides, qu'il a observé le caractère nettement cristallisé de quelques-uns de ces dépôts.

« Le dispositif, dit-il, que j'ai adopté est très simple. Les électrodes sont deux lames du métal dont on veut obtenir le dépôt. La cathode est une lame mince, pliée deux fois à angle droit en sens opposé, qu'on introduit en partie dans un récipient en verre contenant de l'eau distillée. L'anode peut être un fil ou une lame mince ayant une extrémité taillée en pointe qu'on suspend par l'autre bout à un support à crémaillère permettant de la descendre dans l'eau jusqu'au contact avec la lame cathodique et de la monter ensuite sans secousses. Les parois du récipient en verre sont parallèles pour faciliter l'observation à la loupe des dépôts pendant leur formation. Les deux électrodes sont reliées aux bornes d'un commutateur pour changer la direction du courant rapidement et sans secousses. Une batterie de trois accumulateurs en tension est suffisante, mais il faut intercaler une résistance assez forte pour réduire l'intensité à moins de 1 milliampère. Afin d'éviter toute trace d'oxyde ou d'acide sur les lames, je les ai toujours polies à la lime et au couteau, et lavées ensuite dans l'eau distillée. Lorsqu'elles sont parfaitement propres, le dépôt se produit immédiatement après le contact, et toujours en forme d'arborescences.

C'est avec des électrodes en zinc qu'on obtient le mieux dans l'eau distillée un dépôt cristallisé très distinct et visible même à l'œil nu. Dans le microscope, on voit nettement les faces triangulaires ou rhomboïdales des cristaux métalliques de zinc, ayant un éclat très vif, semblable à celui des surfaces d'argent bien polies. Le plus grand nombre des cristaux ont une forme lamellaire et sont disposés en écailles ou en

feuilles de fougères, en aiguilles, en prismes très allongés, ou en lamelles rectangulaires attachées par une base au même point et s'élargissant en éventail.

Le phénomène est des plus surprenants, on voit naître et grandir rapidement dans un verre d'eau distillée limpide et transparente un vrai bijou merveilleux.

Pendant que le transport métallique se fait, il n'y a aucun dégagement gazeux visible, mais après un certain temps, les lames s'oxydent et le dépôt n'augmente plus, et alors apparait un développement de bulles gazeuses partant de la cathode.

Avec une lame de cuivre suspendue comme cathode et une de zinc horizontale comme anode, il se produit des arborescences de cristaux de zinc qui descendent de l'extrémité du cuivre à laquelle elles adhèrent. Changeant la direction du courant, un dépôt noir se forme sur celui de zinc et ensuite un autre d'un rouge très vif qui se ramifie au sommet.

L'argent donne aussi immédiatement des arborescences de cristaux, ayant moins d'éclat que ceux de zinc. Le cadmium les produit moins bien, avec peu d'éclat métallique et de la couleur gris foncé du plomb.

Lorsqu'on a laissé une distance trop grande entre les électrodes, pendant quelque temps, l'on voit très souvent se former comme un flux de corpuscules, une espèce de brouillard en forme de colonne entre les électrodes.

Avec le zinc et l'argent, j'ai pu observer au microscope dans l'intérieur de ce brouillard de très petits cristaux métalliques, pas déchiffrables à cause de leur extrême mobilité, et j'ai constaté que les arborescences lorsqu'il y a ce brouillard se forment dans son intérieur beaucoup plus rapidement.

Dans l'huile de vaseline, ayant comme électrodes un disque de cuivre et un gros fil suspendu du même métal, je n'ai pu former qu'un filament de brouillard brun rougeâtre, reliant le centre du disque avec l'extrémité du fil, mais aucune arborescence, ce qui m'a permis de faire l'observation suivante : à peine produite, la très mince colonne de brouillard était parfaitement verticale, mais bientôt je la vis se courber, formant un arc, dont la courbure continuait à augmenter jusqu'à ce qu'elle vînt se coller contre la paroi du vase. En changeant de place le fil reliant le disque à la batterie, j'ai constaté que la courbe était dans le plan passant entre ce fil et le gros fil suspendu, et que la convexité se produisait toujours du côté opposé à celui qui était occupé par le fil relié au disque. Renversant le courant, le phénomène ne se modifiait en rien.

Une autre expérience m'a permis de constater d'une manière différente la formation de ces chaînes suivant les lignes de force du champ électrique, *démontrant que ces lignes subissent elles-mêmes la loi d'Ampère*. Ayant substitué l'eau distillée à l'huile de vaseline, et attaché à l'extrémité du fil de cuivre suspendu une sphère en argent constituant l'anode, en conservant le disque comme cathode, un dépôt arborescent de cristaux d'argent se forma entre le pendule et le disque. Ensuite, ayant laissé continuer pendant un certain temps, j'ai vu qu'il s'était formé un dépôt très noir sur la surface horizontale du disque, tout d'un côté, et en forme triangulaire très allongée, ayant son sommet sur la verticale rejoignant la sphère au disque, et allant s'élargissant dans la direction opposée à celle où se trouvait le fil reliant le disque à la batterie. Un voile de brouillard existait dans cette même direction, et dans cette direction seulement. Le dépôt noir était dû

au fil de cuivre relié à la sphère d'argent et pénétrant aussi en partie dans l'eau.

L'aluminium ne donne aucun dépôt cristallisé visible, mais il produit un phénomène très intéressant et curieux qui lui est propre. Il forme un dépôt arborescent de bulles gazeuses, qui semblent polarisées et rigides, s'embranchant les unes sur les autres identiquement à ce qu'on observe dans les cristallisations métalliques arborescentes décrites plus haut. Je n'ai pas encore pu constater si ces bulles polarisées contiennent de l'aluminium à l'état extrêmement divisé. »

L'emploi du four électrique pour la fabrication du fer.

L'*Electro-Chimie* nous apprend que le capitaine Stazzano vient d'expérimenter, aux usines de Cerchi, un haut-fourneau électrique de son invention, ayant pour objet d'obtenir directement du fer doux en partant du minerai. Les essais ont été malheureusement interrompus par un accident survenu au cours d'une coulée, accident qui nécessita la destruction d'une certaine portion du fourneau, il est impossible de se prononcer encore sur le rendement pratique de l'invention. Quant à la question de principe, elle est depuis longtemps tranchée, et l'on sait que la réduction de l'oxyde de fer au four électrique est chose facile.

Le haut-fourneau du capitaine Stazzano se compose d'un creuset de graphite surmonté d'une cuve en briques réfractaires et fermé par un tronc de cône renversé, muni d'appareils de prise de gaz. Les électrodes en charbon sont placés horizontalement à la partie supérieure du creuset, sensiblement au-dessus du trou de coulée. Dans un tel four, de 3 mètres de hauteur, on avait introduit une certaine quantité d'un mélange de

minerai de fer (sidérite calcinée) avec du charbon de bois et du goudron, puis, après avoir fait jaillir l'arc entre les deux électrodes, on maintint un régime sensiblement constant de 1,8[illegible]0 ampères sous 50 volts.

Au bout d'une heure, on avait déjà obtenu 30 kilos de métal quand le trou de coulée fut bouché par une loupe et qu'on se trouva dans l'obligation d'arrêter l'opération. On dut, comme nous l'avons dit plus haut, démolir une paroi du fourneau pour extraire cette loupe qui était constituée par de l'acier très doux.

Dépôt électrolytique du fer

L'*Elektrotechnicker* signale un procédé nouveau permettant de faire des médailles de fer par voie galvanoplastique. Le bain est composé de cinq parties de sulfate de fer pour quatre de sulfate de magnésie et à une densité de 1.155. On neutralise au moyen de carbonate de magnésie. L'objet à recouvrir de fer sert de cathode, tandis qu'une pièce de fer d'égale dimension sert d'électrode positive. Le fer ainsi déposé électrolytiquement est très pur, ne prend qu'une faible aimantation qui s'accroît par le recuit, et il possède un coefficient de résistance à la rupture de 2 K. par $^{mm.2}$. (*Elek. Zeitshrift,* déc. 1899.)

Fabrication de la fonte au four électrique

L'Italie, riche en minerais de fer, mais dépourvue de combustibles minéraux, exporte chaque année plus de 200,000 t. de minerais de fer et importe 400,000 t. de métal, laissant aux autres le bénéfice de la transformation du minerai en fer. Le capitaine Stazzano, désireux de suppléer au manque de combustible par l'utilisation des forces naturelles, a imaginé de fondre

le minerai au four électrique. Il y est parvenu en chauffant le four au moyen de deux charbons électriques de 2 centimètres de diamètre et de 1 mètre de longueur.

Son four reçoit le minerai par le haut et la fonte sort par le bas, d'une façon continue.

L'industrie du Ferro-silicium

Les ferro-silicium qu'on obtient avec les hauts-fourneaux ne contiennent pas plus de 11-13 0/0 de silicium. On arrive au contraire facilement à produire des ferro-silicium contenant de 32 à 46 0/0 de silicium dans les fours électriques. Jusqu'à 50 0/0 de silicium le fer et le silicium y sont chimiquement combinés ; si la quantité de silicium augmente encore, l'excès libre est sous forme de cristaux noirs. Le composé qu'on obtient dans les fours est un mélange de $Fe^3 Si^2$ et $Fe Si^2$ cristallisés : leurs cristaux sont blancs et gris. — Les ferro-silicium à 26 0/0 de Si fondent dans le creuset, chauffé dans un commun four de bronze, ceux qui ont 32 0/0 de Si fondent au four soufflé ; ceux plus riches fondent au four électrique. Les ferro-silicium ne peuvent se fondre dans les cubillots parce que le silicium brûle facilement, laissant un composé plus pauvre. Le ferro-silicium se produit en fondant dans un four un mélange de minerai de fer, sable de fleuve, coke finement broyé. En raison de leur pureté et de leur petit volume, ces ferro-silicium préparés électriquement sont supérieurs à ceux obtenus dans les autres fours, mais ils sont plus chers, ils ne seront pour cela utilement employés où il est nécessaire de se servir de matériaux pur et où leur prix à une importance relative. Ils sont employés pour le raffinement de l'acier et pour la fabrication des anodes inattaquables aux acides bons conducteurs de l'électricité à employer dans l'électrolyte de solution

saline. Ceux-là riches en silicium peuvent se substituer à l'aluminium dans le procédé Goldsmidt pour obtenir une haute température.

Préparation électrolytique de glucinium

MM. Vilson et Péterson cherchèrent à décomposer par le courant le chlorure de glucinium fondu, mais ne purent y arriver, ce sel pris isolément n'étant pas conducteur de l'électricité; M. Borchers annonce qu'il a obtenu le glucinium en électrolysant avec un courant de 5.000 ampères un bromure double de glucinium et d'ammonium; la chose est théoriquement possible et nous regrettons que le savant allemand n'ait pas donné ni les détails de son expérience, ni les dispositifs de son appareil, descriptions qui n'eussent pas manqué de présenter un vif intérêt.

M. Warren prétend également avoir fabriqué industriellement le glucinium au moyen d'un courant de 8 ampères sous 12 volts agissant sur le bromure de glucinium.

Préparation des alliages de glucinium par électrolyse

Si dans l'électrolyse des fluorures doubles de glucinium et des métaux alcalins, on remplace le creuset en nickel par un creuset en charbon graphitique servant également de cathode. et si on place au fond du creuset le métal à allier, en ayant soin de porter l'appareil à la température de fusion de ce métal, l'opération se conduit d'une façon très régulière, et l'on obtient alors des alliages très purs et d'une teneur de glucinium plus élevée que dans le cas précédent.

Galvanisation des bois et des tubes de chaudières

Les tubes de chaudières ont été galvanisés par l'électrolyse. On a essayé d'assurer de même l'incombustibilité des bois par l'introduction de sels incombustibles. On peut introduire ainsi dans les bois 28 0/0 de sulfoborate d'ammoniaque. Mais 12 0/0 seulement suffisent pour une incombustibilité presque absolue. C'est ainsi que des expériences viennent d'être faites à Paris sur des planches de 18 millimètres ainsi traitées, et qui ont résisté pendant une heure à une température de 1,150 degrés, — la température des hauts-fourneaux. Une autre expérience à permis de constater qu'un coffret de deux centimètres d'épaisseur, placé dans le centre d'un foyer à 1,150 degrés, tout en étant carbonisé extérieurement de quelques millimètres, pouvait protéger presque indéfiniment des papiers enfermés dans ce coffret.

La **Sénilisation des Bois** est souvent nécessaire. On peut vieillir artificiellement et en quelques heures les bois destinés à des usages spéciaux, comme par exemple ceux de la construction navale et militaire, la carrosserie, la lutherie, l'ébénisterie; pour que le « bois ne joue ou ne travaille plus », comme du bois absolument sec, sans reste de sève. MM. Albert Nodon et Bretonneau empilent pour cela les bois à sécher dans de grandes cuves remplies d'une solution de sulfate de magnésie à 20 0/0 et à une température de 20° centigrades; un courant de 110 volts, dont on renverse le sens au milieu de l'opération, passe; la sénilisation est complète pour une énergie électrique de 6 chevaux, soit 4,500 watts environ par mètre cube de

bois. Les bois usuels exigent une durée de 3 à 4 heures pour une intensité de courant de 10 à 15 ampères environ.

La galvanisation électrolytique des tubes par le procédé Cowper-Coles. — Pour que le dépôt de zinc se fasse bien, il faut nécessairement que la surface des tubes soit complètement débarrassée des oxydes ou autres matières étrangères. On y arrive ordinairement par un décapage à l'acide, mais on ne doit pas perdre de vue que l'hydrogène naissant, produit alors, peut modifier dans un sens défavorable la résistance du métal soumis à cette opération, et que cet inconvénient ne disparaît complètement que si les tubes sont légèrement recuits après décapage, ou même restent un assez long temps en repos. Cowper-Coles emploie comme solution décapante un bain chaud contenant seulement 1 0|0 d'acide sulfurique, mais il y fait passer un courant électrique, dont il renverse le sens de temps en temps au moyen d'un commutateur spécial. Après quelques renversements, l'opération totale durant environ dix minutes les oxydes se détachent de la pièce et tombent. On lave les tubes à grande eau et on les porte immédiatement aux bains de galvanisation, de façon à éviter une nouvelle oxydation. On pourrait aussi nettoyer les tubes en injectant du sable à leur surface, comme on le fait pour les moulages d'acier, et ce procédé nous paraît devoir présenter moins d'inconvénients que le décapage acide, au moins en ce qui concerne la surface extérieure des tubes. Le bain de galvanisation se compose d'une solution de sulfate de zinc contenant environ 200 grammes au litre. Les tubes sont suspendus au moyen de crochets à deux tringles en laiton courant le long de la cuve. Les anodes sont constituées par des plaques de plomb ou de

zinc supportées de la même façon et alternant avec des cathodes.

Fabrication du nickel au four électrique

Le minerai traité renferme 3 0/0 de nickel et 42 0/0 de soufre, puis du fer et de la silice. Par les procédés antérieurs, on grillait le minerai le mieux possible, mais on arrivait bien difficilement à éliminer les derniers 7 0/0 de soufre, à moins de dépense exagérée de temps et de combustible. Ce minerai grillé renfermant encore 7 0/0 de soufre est mélangé à de la chaux et du charbon et soumis à la chaleur du four électrique.

On obtient directement le nickel à l'état de pureté. Par le même procédé on arrive à séparer complètement le nickel d'avec le cuivre et le fer. Les fours sont en fonte, etc., et ont environ 3 mètres de longueur. Les électrodes en carbone ont un peu plus d'un demi-mètre de long. Au fur et à mesure de la réduction, le nickel métallique produit une diminution dans la résistance. Le courant employé est de 1.500 ampères avec un voltage de 100. Le nickel obtenu ne renferme pas au-delà de 0,02 0/0 de cuivre. Ce procédé aurait été déjà appliqué avec avantage à Sault-Sainte-Marie.

Précipitation électrolytique de l'or

M. E. Wohlwill (*Zeitschrift für Elektrochemie*, IV, pages 379, 385 et suivantes), en un long mémoire, décrit l'expérience exécutée au Nord-Deutsche Affinerie de Hambourg, pour la séparation de l'or, de l'argent et du platine. Ces expériences étaient faites dans le but de vérifier une méthode avec laquelle on obtient des lingots d'or absolument purs.

Le procédé consiste en ceci : si on emploie comme

électrolyse de l'acide chlorhydrique, comme électrodes deux plaques d'or qu'on électrolyse, l'acide chlorydrique attaque l'anode formant du chlorure acide d'or Au Cl_4 H et des chlorures d'argent (insolubles) et de platine. Le sel Au Cl_4 peut, en présence de l'H qui apparaît à la cathode, donner une réaction par laquelle l'or pur se précipite sur la cathode sous la forme de petits cristaux qui adhèrent et l'acide chlorhydrique se régénère. Le chlorure d'argent étant insoluble se précipite sur le fond du bain et les chlorures de platine, de palladium, etc., restent en solution, ne se décomposant pas parce qu'ils réclament une force électromotrice beaucoup plus forte que celle nécessaire pour la décomposition du chlorure d'or, qui est de 1 seul volt. L'auteur a trouvé que l'on pouvait employer une densité de courant de 300 A. par m. q. de plaque. En pratique on adopte une densité de 100 A. par m. q. de plaque; dans ce cas, il est nécessaire d'employer un temps triple pour effectuer la dissolution de la plaque. Les électrodes peuvent être très rapprochées, le volume du liquide est donc beaucoup limité. Les cuves de la « Frankfurter Gold und Silber Scheide Austalt », à Hambourg, peuvent produire 75 kilos en 24 heures et occupent 6 m. c.

L'électrolyte sert pendant plusieurs mois avant qu'il soit nécessaire de précipiter le platine, le palladium avec le chlorhydrate d'ammoniaque.

L'auteur étudie les avantages que cette méthode présente sur la méthode de la séparation moyennant précipitation du chlorure d'or fait avec le fer (solution dans l'eau forte.)

L'auteur donne aussi une explication des différences sensibles qu'il a trouvées dans la quantité d'or pur recueilli dans la cathode dans les différentes expériences.

Oxygène électrolytique

L'oxygène peut être désormais produit à peu de frais par la décomposition d'un électrolyte alcalin. Un courant de 150 ampères sous 2,5 volts peut produire un mètre cube d'oxygène, pour 12,5 kilowatts-heure d'énergie, et à raison de un centime par kilowatt-heure. Ce procédé n'est évidemment encore applicable qu'avec la *houille blanche*, c'est-à-dire les chutes d'eau.

La production électrolytique d'un nouvel alliage de platine (1)

En étudiant l'interrupteur de Wehnelt et faisant varier la résistance de l'électrolyte par les variations dans la distance de l'anode platinée à la cathode plombique, j'eus l'idée de recouvrir le fil de platine de silicate de potasse et de rechercher ce que produirait ainsi un courant continu de secteur à 110 volts. Alors qu'à 80 volts et pour une distance déterminée, j'avais dans les conditions ordinaires, une vive et fixe lumière dans une lampe de 50 volts influencée par ma bobine de 0 m. 50 d'étincelle produisant les courants de décharge de condensateurs, courants dits de haute fréquence, je n'obtenai plus rien avec la couche de silicate de potasse placée à la partie la plus éloignée de l'anode. Augmentant alors le courant jusqu'à 100 volts, il passait trente secondes, puis la résistance devenant énorme, et sortant tout le rhéostat (un réducteur de potentiel en dérivation) du circuit, je donnai les 110 volts sans autre résultat que de faire sauter les plombs fusibles des coupe-circuits du conducteur. Examinant alors l'anode, j'y

(1) Communication de M. le Dr Foveau de Courmelles à l'Académie des Sciences.

trouvai une *couche jaune brillante* qui ne pouvait provenir que du silicium ou du potassium mis en liberté, ou encore du soufre de l'acide sulfurique dilué à 10 °/₀ et qui servait d'électrolyte, ou plus simplement de la pile locale formée entre le platine et le silicate de potasse. Or, le potassium étant blanc et très altérable à l'air ; le silicium gris et très oxydable, il semble rationnel, vu l'aspect jaune doré du produit obtenu ; son inaltérabilité pendant plusieurs jours — d'admettre, aux dépens de ces corps ou de l'un d'eux à déterminer, avec le platine, la formation d'un alliage nouveau ou d'une combinaison chimique nouvelle.

L'expérience reprise deux autres fois a reproduit les mêmes phénomènes de coloration anodique, d'augmentation de résistance du circuit et de rupture en les coupe-circuits.

Vu la brièveté forcée de l'expérience, la formation nouvelle n'est que peu épaisse, et si l'on coupe le fil anodique, on trouve son centre blanc, alors qu'une minime épaisseur périphérique a été totalement transformée, et d'autant plus que moins résistant, c'est-à-dire surtout à la terminaison de l'anode (1).

Sucre électrolytique

M. Dupont a fait connaître au Congrès de Chimie, réuni à l'occasion de l'Exposition, les résultats de ses recherches sur l'extraction par électrolyse des différents sucres. L'électrolyseur consiste en une cuve en bois divisée en trois compartiments par des cloisons

(1) L'auteur a obtenu depuis la même *combinaison* avec du verre mince soudé sur le platine et constituant l'anode de l'interrupteur de Wehnelt. (Communication à la *Société des Gens de Science*.)

poreuses faites en papier parchemin, porcelaine d'amiante, etc. Les électrodes sont constituées par des plaques métalliques variables selon le but à atteindre (platine, argent platiné, aluminium, plomb, zinc, etc). On emploie un courant de 15 volts et d'une intensité de 25 à 50 ampères par mètre carré d'anode.

Pour recueillir le sucre de betteraves ou de cannes, on met le jus sucré dans le compartiment du milieu et de l'eau dans les compartiments extrêmes. Sous l'influence du courant les matières albuminoïdes du jus se coagulent et se précipitent; les sels sont décomposés. Le jus devient clair, limpide, incolore; il ne renferme plus que du sucre et quelques traces de matières organiques, plus de la chaux, de la magnésie; par sucre, il faut entendre tous les sucres. Il n'y a pas osmose à travers les cloisons. Dans les compartiments extrêmes s'accumulent la potasse, la soude, l'ammoniaque.

Il est possible que le procédé étudié par M. Dupont puisse être applicable à l'industrie. L'avenir nous renseignera à cet égard. Mais en tout cas, il est déjà très avantageux comme moyen d'analyse. Il permet, en effet, de rechercher rapidement, d'isoler et de doser les différents sucres qui peuvent exister dans un grand nombre de végétaux.

La stérilisation de l'eau par l'ozone

Cette méthode, si efficace d'épuration, commence à entrer dans la pratique industrielle, et de tous côtés des applications en sont faites avec succès, après les expériences industrielles du baron Tyndall, d'Andréoli, de Séguy; les recherches épidémiologiques de Schönbein, Van Bastelaer, de Piétra Santa, Foveau de Courmelles...

Le fluor dans l'eau produit de l'ozone (H. Moissan) (1).

Le *Journal d'Hygiène* a publié les résultats de quelques tentatives permettant de se rendre compte de la quantité d'ozone nécessaire pour obtenir une stérilisation complète. Il est certain que ce ne sont là que de simples indications, car tout dépend naturellement de la qualité de l'eau à épurer.

A Berlin, l'eau du lac de Tégel, employée pour l'alimentation de la ville, a exigé, au laboratoire, 2 à 3 milligrammes d'ozone actif pour 200 centimètres cubes d'eau, dans une expérience, et 3 à 4 milligrammes par 500 centimètres cubes, dans une autre ; soit 11,5 grammes, 6 grammes et 8 grammes par mètre cube.

L'eau de la Sprée exige à peu près le même poids d'ozone actif par mètre cube pour être stérilisée. C'est ce qui a été constaté dans une installation de stérilisation d'eau par l'ozone, créée par Siémens et Halske et le Dr Frôhlich, et dans laquelle on traite 80 mètres cubes d'eau par jour.

L'eau est d'abord grossièrement épurée à l'aide du

(1) En général, l'oxygène naissant, à basse température donne de l'ozone avec une assez grande facilité. Déjà, il y a près de dix ans, M. Moissan avait indiqué qu'en laissant tomber quelques gouttes d'eau dans une enceinte contenant du fluor gazeux, il se formait, outre de l'acide fluorhydrique et de l'oxygène, une assez forte proportion d'ozone et que la quantité d'ozone produite était telle qu'il se manifestait avec sa couleur bleue. M. Moissan a repris dernièrement ces expériences en employant un courant de fluor gazeux qu'il faisait passer d'une façon continue pendant un certain temps dans une petite quantité d'eau, maintenue à la température de 0° centigrade. Après avoir laissé passer le courant de fluor pendant une demi-heure dans l'eau, il constata que l'oxygène renfermait près de 144 c c d'ozone par litre ; cet ozone est plus pur que celui que l'on obtient en envoyant de l'air dans des ozoniseurs électriques, car il est totalement privé de composés oxygénés de l'azote.

filtre Grob, puis circule, à Heringsdorf, dans une tour remplie de cailloux, à la partie inférieure de laquelle arrive l'air ozonisé. On a reconnu qu'avec une dépense de 60 grammes d'ozone actif par heure on avait détruit 99 0/0 des germes contenus dans l'eau avant son entrée dans la tour et que la quantité de matière organique était sensiblement plus faible. Pour une marche de 12 heures, elle conduit à une dépense de 720 grammes pour 80 mètres cubes d'eau, soit 9 grammes par mètre cube. On a constaté dans cette opération que plus des 2/3 de l'ozone s'échappait sans avoir produit d'effet, et que, par suite, si tout l'ozone avait été employé, la dépense n'eût été que de 1 à 2 grammes par mètre cube au lieu de 9 grammes.

Des essais de laboratoire faits sur des eaux d'égouts, déjà filtrées et assez pauvres en matières organiques, ont permis d'obtenir une stérilisation complète de 100 centimètres cubes de liquide avec 0,035 milligrammes d'ozone, soit 3 grammes et demi d'ozone par mètre cube d'eau. Mais l'eau doit arriver *extrêmement divisée* au contact de l'ozone.

— A Lille, MM. Marnier et Abraham, pour la stérilisation des eaux par l'ozone, engendrent l'électricité par un alternateur ou machine à courant alternatif, transformée en courant continu et les effluves sont produits entre deux plateaux métalliques séparés par une plaque de verre et réunis en dérivation par un excitateur servant de soupape électrique. L'un des plateaux est percé en son centre d'un trou donnant passage à un tuyau aboutissant à un ventilateur.

Un ozoneur est formé par plusieurs paires de disques et ceux de même signe sont réunis en dérivation. Comme la chaleur détruit l'ozone et que la grande pluie d'étincelles donne une grande chaleur, on refroidit l'ozoneur

avec de l'eau froide et, pour éviter que le courant d'eau mette les deux plateaux à la terre, c'est-à-dire en court-circuit, on fait couler l'eau en série. Elle arrive ainsi petit à petit, tombant d'un récipient supporté par un isolateur, pénètre dans les disques et s'écoule ensuite dans un deuxième récipient isolé, dont le fond percé de trous laisse écouler l'eau goutte à goutte, pour rendre l'isolement absolument parfait.

— L'ozoneur Verley, qui peut servir au même but, se compose essentiellement d'une table en ardoise recouverte d'une plaque d'aluminium parfaitement polie et qui repose sur des taquets isolants. Sur la plaque d'aluminium sont disposées des baguettes de verre de 4 millimètres d'épaisseur sur lesquelles vient s'appuyer une plaque de verre étamée extérieurement. La plaque d'aluminium et la plaque de verre étamée sont reliées respectivement aux pôles d'un transformateur à haute tension, sur lequel on a mis en dérivation un condensateur et un interrupteur à boules destinés à permettre d'utiliser les ondes hertziennes. L'effluve jaillit dans l'espace compris entre la glace et la feuille d'aluminium; l'air entre par un trou central ménagé dans la table d'ardoise et la plaque qui la recouvre, circule entre les baguettes et, pendant ce trajet, est soumis à l'action de l'effluve. Une certaine proportion d'oxygène se polymérise et l'air qui échappe dans le conduit d'aspiration est chargé d'une assez forte proportion d'ozone.

Grâce à la grande surface de refroidissement que présente l'appareil, la température se maintient au-dessous de 5° centigrades. On voit de plus que la construction de cet ozoneur est fort simple et qu'il est très facile de le démonter pour procéder à son nettoyage.

L'industrie électrolytique du zinc

Le succès qui a couronné les expériences faites en vue d'obtenir le cuivre pur, par voie électrolytique, a conduit les électriciens et les chimistes à essayer d'employer la même méthode pour la purification des autres métaux. Le zinc n'a pas donné de bons résultats dans ces conditions, d'abord parce que son prix est moins élevé que celui du cuivre et puis parce que son emploi à l'état pur est très limité. La préparation électrolytique du zinc pur n'est donc réservée que pour un petit nombre d'applications ; le reste du temps, on emploie l'ancien procédé de la distillation.

On peut classer en trois groupes les méthodes électrolytiques. Nous citerons d'abord celle qui est employée à l'extraction du zinc à Broken-Aill (Nouvelles-Galles du Sud) ; elle s'applique à un minerai contenant 30 °/o de plomb et 30 °/o de zinc, à l'état de sulfure ; de plus, ce minerai est argentifère (25 à 30 onces par tonne). La séparation de ces trois métaux par les méthodes métallurgiques ordinaires serait une opération difficile et coûteuse, impossible au point de vue industriel.

Une seconde méthode est celle d'Ashcroft, qui fut d'abord employée à Grays (Essex) et mise ensuite en application dans les Nouvelles-Galles du Sud en mars 1897 : le minerai est d'abord concassé et trié, pour être ensuite grillé ; on le soumet alors à l'action d'une dissolution de chlorure de fer qui dissout le zinc, tandis que le fer se précipite à l'état d'oxyde ; le résidu qui se trouve au fond de la cuve contient donc du fer, du plomb et de l'argent, on traite ce mélange par les procédés ordinaires.

Le chlorure de zinc, ayant été soigneusement débar-

rassé du fer, circule ensuite dans une série de cuves électrolytiques à travers les intervalles des cathodes, et dépose environ un tiers de sa teneur en zinc; dans la partie du dispositif où se trouvent les anodes, dont un tiers environ est formé par du fer, le reste par du charbon, il se forme dans le premier du sulfate de sous-oxyde de fer qui, dans le reste du trajet, redonne de l'acide sulfurique, pouvant de nouveau être employé à traiter du minerai.

Siemens et Halske concentrent la dissolution qui est électrolysée dans une cuve de bois ; le diaphragme est constitué lui-même par une paroi de bois mince, l'anode est de plomb et la cathode de zinc; dès que le liquide contient plus de 10 °/o d'acide libre, on le prend pour traiter à nouveau le minerai.

Un procédé plus économique (Dieffenbach, à Duisbourg) traite le minerai qui est une pyrite contenant du zinc provenant de la région de Siegen ; on le soumet d'abord au grillage et ensuite à l'action d'une solution de chlorure de zinc; on dirige le liquide obtenu dans des cuves spéciales où il est électrolysé. Ce procédé, employé déjà depuis longtemps, permet d'obtenir 90 t. de zinc par mois.

Tous les procédés de galvanisation consistent à employer comme cathode l'objet à galvaniser dans un bain de sulfate d'oxyde de zinc; l'inconvénient commun à toutes ces méthodes résulte de ce que le zinc tend toujours à se déposer à l'état spongieux ; ce n'est qu'avec d'extrêmes précautions, qu'on arrive à un bon résultat, en réglant exactement l'intensité du courant, la concentration de l'électrolyse, la quantité d'acide, ainsi que la composition de l'électrolyte. La dépense d'énergie nécessaire pour précipiter une tonne de zinc, dans le cas où l'on emploie une dissolution de sulfate de zinc comme électrolyte, peut se déterminer de la façon

suivante : la quantité théorique d'énergie nécessaire est de 2,619 chevaux-heures, la valeur du cheval-heure, transformée en joules, est environ de 0 fr. 105 (prix au Niagara et à Newhausen), ce qui donne, comme prix théorique de revient de la tonne, 27 fr. 40.

Dans le raffinage électrolytique du cuivre, l'effet utile n'est guère que le tiers de la dépense nécessaire, et ce rendement n'est pas meilleur pour le zinc. Nous pouvons donc admettre, dans les circonstances les plus favorables, la force motrice étant produite par une chute d'eau, que la tonne de zinc peut revenir à environ 83 francs.

CHAPITRE IV

ÉCLAIRAGE

Lampes à incandescence Nernst. — Torche et lampes électriques. — Nouvelle lampe à arc. — Nouvelle lampe à arc alternatif. — Lampes à arc à bas voltage. — L'éclairage du fond de la mer. — L'éclairage électrique d'un château en Angleterre. — Les projecteurs électriques dans la marine.

Lampes à incandescence Nernst

La lampe imaginée par M. Nernst, professeur à l'Université de Gottingue, a fonctionné à l'Exposition de 1900. Cette lampe, qui est à incandescence, produit une lumière blanche aussi intense que celle de l'arc et d'une fixité absolue. Elle absorbe environ 1.5 watt par

bougie, c'est-à-dire que son rendement est de beaucoup supérieur à celui de n'importe quel système employé jusqu'à ce jour. Elle se compose essentiellement d'une petite baguette blanche, de matière réfractaire, montée sur deux fils de platine, le tout ajusté à un support que l'on visse sur une douille ordinaire. La substance dont est constituée la baguette a été choisie aussi réfractaire que possible, à base de zircone, de manière à pouvoir porter la température de la baguette incandescente à un degré très élevé. C'est le degré élevé de la température à laquelle se produit l'incandescence qui permet d'obtenir un rendement aussi bon. De plus, le coefficient de résistivité de cette matière est très élevé, ce qui permet d'employer des baguettes au lieu de fil, ainsi qu'on le faisait jusqu'à présent dans les lampes à incandescence. Il n'est pas nécessaire, comme dans ces dernières, d'entourer la baguette d'une ampoule en verre dans laquelle on fait le vide, il n'y a aucune combustion à craindre, la lampe fonctionne à l'air libre.

On voit combien ce système est simple, robuste, et le succès qu'il est en droit d'espérer. Seulement, comme la matière réfractaire dont se compose la baguette n'est pas conductrice à la température ordinaire, il est nécessaire de la chauffer légèrement pour pouvoir l'allumer. Pour les petits modèles, il suffit de chauffer quelques instants avec une allumette ou une lampe à alcool. Pour les grands modèles destinés à remplacer les lampes à arc, des dispositifs permettant l'allumage automatique ont été imaginés et fonctionnent avec toute la régularité désirable. Ces lampes sont aussi munies d'une résistance destinée à maintenir le voltage constant entre certaines limites, car à mesure que la température de la baguette s'élève, sa conductibilité augmente, et il se produit de légères variations de régime

que la résistance en question a pour but d'atténuer et pratiquement de supprimer.

La lampe Nernst, utilisant des cylindres de section considérable relativement à celle du filament des lampes à incandescence, permettra d'utiliser des courants à haut potentiel et, par suite, de réaliser une économie notable sur la canalisation. Quant aux dépenses d'exploitation, elles sont insignifiantes, lorsqu'une baguette est usée, on la remplace par une autre, et ces baguettes peuvent s'obtenir à des prix très bas.

Torche et Lampes électriques

Actuellement, une Compagnie américaine exploite à Paris une petite lampe électrique portative fixée à l'extrémité d'un tube de 15 à 20 centimètres de longueur et plus, suivant les modèles. Il suffit d'appuyer sur un levier et aussitôt une petite lampe, placée au centre d'un réflecteur derrière une lentille, lance des rayons lumineux assez intenses, et fournit un éclairage suffisant pendant quelque temps. Cet appareil peut rendre de grands services surtout pour obtenir un éclairage rapide, instantané, la nuit dans un endroit obscur, à la campagne, etc., et le maniement en est des plus faciles.

Les piles employées sont des piles sèches, modèle Leclanché. Le vase extérieur est en zinc ; au milieu est fixé un charbon, entouré d'un aggloméré à base de bioxyde de manganèse, et au dessus sont appuyées contre le zinc des feuilles de papier buvard imprégnées de chlorhydrate d'ammoniaque. Deux piles montées en tension alimentent une petite lampe de 3 à 3,5 volts et peuvent fournir de 6 à 8,000 allumages courts. La lampe est placée au centre d'un petit réflecteur derrière une grosse lentille; elle est à douille Edison. Le

[illegible] appuie sur le charbon : le zinc extérieur de la première pile est relié par un petit fil au charbon de la deuxième pile. Le zinc de cette dernière est relié par un fil qui est en communication avec le levier. On appuie sur ce levier et on établit la communication avec l'anneau extérieur qui est relié par un fil au deuxième pôle de la lampe. Cette petite torche électrique est intéressante et peut être utile en de nombreuses circonstances.

Dans la **Lampe à incandescence démontable** la forme extérieure de la lampe est celle usitée généralement. La liaison de l'ampoule de verre avec la douille métallique se fait à l'aide de deux goupilles qui viennent se serrer dans des creusures ménagées dans l'ampoule et appuyer celle-ci contre le fond de la douille. Les creusures sont constituées par une gorge annulaire au-dessous du chapeau de l'ampoule.

— La *Lampe électrique Auer* a la même base que le bec à gaz du même nom. Le fil de charbon de la lampe ordinaire est remplacé par un fil d'osmium recouvert d'oxydes de thorium et de cérium. L'osmium est le meilleur support des oxydes, malgré l'échauffement dû au courant. La forme est classique. La fabrication des fils d'osmium était la seule difficulté. L'économie serait de 30 à 40 %.

Un **Réflecteur amovible pour lampes à incandescence** est constitué par une feuille métallique de faible épaisseur, nickelée intérieurement, que l'on enroule en forme de tronc de cône de manière à épouser la partie allongée de l'ampoule. Il est supporté par l'ampoule elle-même et peut tourner sur lui-même avec facilité.

Dispositif d'allumage électrique des lampes à combustible liquide. — Dans le canal central

du bec se trouve disposée une spirale d'inflammation en platine, montée sur un support métallique qui vient appuyer sur un anneau de cuivre en relation avec un des pôles du système d'allumage. L'autre extrémité de la spirale est réunie au second pôle, de telle sorte que, quand on visse la galerie sur le corps de la lampe, le contact électrique s'établit. Le réservoir de la lampe comprend deux parties séparées: le réservoir de combustible liquide dans lequel trempe la mèche, et le générateur de courant électrique. Ce dernier est constitué par une lame de charbon de cornue, disposée horizontalement et baignant dans la solution sulfurique de bichromate de potasse, et une électro négative formée d'un disque de zinc amalgamé, fixé à l'extrémité d'une tige à ressort terminée par un bouton. Le ressort maintient constamment le zinc hors du liquide; quand on veut allumer la lampe on appuie sur le bouton, la tige descend et le zinc vient plonger dans la solution acide. Un courant s'établit immédiatement et porte à l'incandescence la spirale de platine qui enflamme la mèche.

Un système analogue permet l'allumage instantané du magnésium nécessaire aux photographes pour opérer par tous les temps.

Nouvelle lampe à arc

La « Société Industrielle des Téléphones » a fait un type en dérivation à point lumineux fixe ; les porte-charbons sont soutenus par une cordelette mouflée pour que le porte-charbon supérieur s'élève d'une quantité égale à celle dont l'autre descend et inversement. La cordelette est enroulée sur un tambour fou sur son axe dont les mouvements sont solidaires avec ceux d'une roue à échappement montée sur un même

axe par l'adjonction d'un ressort qui est fixé sur le tambour et vient presser contre la roue.

La roue d'échappement est entraînée par un balancier à ancre dont les mouvements sont commandés par le noyau de fer creux d'un solénoïde qui a sa bobine montée en dérivation entre les bornes de la lampe.

A l'allumage, les charbons sont écartés : aussi le noyau de fer doux est attiré violemment dans la bobine du solénoïde rapprochant par l'intermédiaire d'un levier, le charbon inférieur qui vient ainsi au contact du charbon supérieur; comme à ce moment le noyau de fer doux n'est plus attiré, l'écart se produit entre les deux charbons grâce à l'excédant de poids du porte-charbon supérieur et l'allumage se produit. Quand l'arc s'allume, le noyau est attiré de nouveau et le balancier est décalé de telle sorte que les crayons peuvent se rapprocher. Dès que l'écart est redevenu normal, le noyau remonte et l'ergot vient de nouveau caler le balancier, en immobilisant la roue d'échappement et par-là même le tambour sur lequel passe la cordelette qui supporte les porte-charbons ; le mouvement de rapprochement des charbons se trouve donc limité.

Nouvelle Lampe à arc alternatif

Cette lampe à courant alternatif présente une caractéristique photométrique analogue à celle des régulateurs de courants continus, et dans laquelle la presque totalité de la lumière émise est utilisée pour l'éclairage de la zone hémisphérique inférieure ; elle est de M. Hackl, de la Maison Ganz et Cie, de Budapest.

« Le point essentiel de cet appareil, dit M. de Lénart, qui le présentait à la *Société internationale des Electriciens*, est que les charbons sont inclinés au lieu

d'être placés verticalement. L'angle formé par le charbon avec l'axe de symétrie de la lampe est de 45°. Les charbons se trouvent, par conséquent, entre eux à angle droit. Leur position relative devant rester constante par rapport à l'axe de l'appareil, pour assurer la fixité de celui-ci, le mécanisme est disposé de façon à permettre aux charbons de poursuivre leur mouvement, suivant leur axe.

» Ce mécanisme est d'ailleurs très simple. Chaque charbon est supporté par une tige à crémaillère en relation avec un système d'engrenage commandé par un levier. Les deux roues dentées, appartenant aux deux charbons, sont liées par une roue commune dont l'arbre porte un disque d'aluminium.

» Le système régulateur est constitué par un solénoïde en série ; par son mouvement alternatif, le levier de frein enclenche le disque, ou en permet la rotation, produisant soit le rappel, soit le défilage des charbons.

» Les charbons, à mèche, sont aplatis sur leur partie supérieure, parce que l'expérience a démontré que c'est le moyen le plus simple d'empêcher le changement de position de l'arc qui se produit inévitablement avec des charbons à section cylindrique. Grâce à cette disposition, les cratères se forment naturellement aux pointes des mèches et l'arc y reste constamment fixé. La disposition des cratères fait que la lumière émise par la surface incandescente tombe sur le sol en deux faisceaux symétriques.

» En outre, on a disposé au-dessus des charbons un réflecteur qui augmente encore la quantité de lumière utilisée. L'arc se trouve d'ailleurs clos et protégé contre les courants d'air, ce qui assure la tranquilité de l'éclairage.

» D'ordinaire, ces lampes sont fabriquées pour fonctionner sous une tension de 30 volts aux bornes de la

lampe avec 10 ou 16 ampères. Les charbons ont une durée qui varie entre huit et douze heures.

» Ces lampes sont couplées sur un circuit de 110 volts avec un appareil diviseur de tension sur lequel ces lampes sont placées en dérivation.

» Ce dispositif permet non seulement l'allumage et l'extinction indépendante de chacune des lampes, mais encore il présente cet avantage que chaque régulateur fonctionne pour ainsi dire isolément et se trouve, en conséquence, être réglé au moyen d'un solénoïde en série. La construction de l'appareil est donc simplifiée par la suppression de la bobine en dérivation aux bornes de l'arc.

» Une lampe de ce système faite pour fonctionner sous 12 ampères consommera 360 watts : le rhéostat de réglage en série consommera 60 watts ou un total de 420 watts ; l'énergie électrique totale consommée s'élèvera pour un circuit à 105 volts et comprenant trois lampes en dérivation sur un appareil diviseur, à 1,290 watts, 30 wats étant absorbés par le diviseur ; la quantité de lumière fournie par une lampe de 12 ampères correspond à la lumière émise par un foyer de 500 bougies, de manière qu'une bougie corresponde à 0,86 watt, rendement commercial de la lampe.

» Le rendement physique de l'appareil est naturellement supérieur, vu que des 360 watts absorbés par chaque lampe 13 sont à la charge du solénoïde et 347 seulement sont transformés en lumière, donnant ainsi un rendement de 0, 69 watt par bougie.

» Comparons ces chiffres à ceux qui caractérisent les lampes à courant continu. Prenons un circuit de puissance égale au précédent, c'est-à-dire 12 ampères sous 105 volts. Les lampes à courant continu exigent une tension de 40 volts par lampe, et l'on ne pourra intercaler dans le circuit que deux lampes en tension.

L'intensité lumineuse d'une pareille lampe, munie de son globe, est environ de 830 bougies, soit 1,660 bougies pour les deux lampes.

» Le rendement commercial s'évalue à 0,7 par bougie, supérieur d'environ 11,6 pour 100 à celui de la lampe Hackl.

» Il est généralement admis que la lampe à courant alternatif absorbe 32 pour 100 d'énergie de plus que la lampe à courant continu de même intensité lumineuse; la lampe Hackl réalise donc une économie considérable d'énergie et peut avec avantage être utilisée pour l'éclairage des grands espaces tels que les places publiques, les docks, magasins, etc. D'ailleurs, l'adaptation à ce régulateur de l'appareil diviseur de tension, en simplifie considérablement le réglage, de sorte que la sûreté de fonctionnement de l'appareil est tout à fait remarquable. »

Lampes à arc à bas voltage

« J'ai repris personnellement — écrit de Bruxelles, à la *Société internationale des Electriciens,* M. L. Renard — les essais de réglage par groupe de 3 lampes. Mes essais ont porté sur les lampes de différentes marques. Les résultats ont été dès le début satisfaisants, même avec des crayons de qualité moyenne. Mais afin de me former une opinion certaine j'ai installé dans notre bureau technique trois lampes (intensité de 7,5 ampères). De cette manière je les eus constamment sous les yeux, marchant deux et trois heures par jour pendant sept mois environ. La tension d'alimentation atteignait 110 volts, mais la dynamo génératrice fournissait le courant à 112-113 volts : cette perte de 2 à 3 volts s'opérant dans une ligne servant à l'alimentation générale de nos bureaux.

J'ai fait l'essai avec rhéostat et sans rhéostat, mais dans aucun cas je n'ai fait emploi d'une résistance automatique. Je dois déclarer que l'absence totale de résistance amenait des pompages, mais peu fréquents (jamais plus d'un ou deux par soirée). La meilleure marche était assurée par la présence d'une résistance *fixe* absorbant 3 à 4 volts (la perte en ligne dans le circuit proprement dit des lampes étant insignifiante). Les lampes employées donnaient une durée de onze heures environ avec des charbons 17 et 10, ceci pour l'alimentation par couple.

J'avais conservé les mêmes dimensions de crayons et, avec les meilleurs employés, je n'ai jamais obtenu que $9^{h}30^{m}$ de lumière. Mais cette durée augmentait avec des charbons de qualité inférieure. Aussi je ne pense pas que pratiquement l'on soit obligé d'employer des charbons *di primo cartello*. Il faut adopter une bonne moyenne, d'autant plus que la différence dans le rendement lumineux ainsi que dans la nature même de la lumière ne m'a pas semblé pratiquement importante.

M'appuyant sur ces heureux résultats, nous avons installé, dans une filature à Gand, 39 lampes, soit 13 groupes de 3. La dynamo génératrice fonctionne à la tension de 115 à 117 volts, la perte meyenne dans les circuits est de 3 à 4 volts et le reste est perdu dans un rhéostat fixe; le voltage aux bornes est de 36 volts environ; l'intensité atteint 10 ampères. A l'allumage, on insère une résistance convenable, c'est-à-dire que le rhéostat fonctionne depuis quatre mois et jusqu'à présent elle a donné pleine satisfaction. La fixité de la lumière est absolue.

Je partage complètement les vues de M. G. Roux; c'est-à-dire que lorsque les lampes sont suffisamment groupées comme dans une usine de moyenne étendue,

le système triplex a bien des avantages et que dans ce cas le meilleur voltage à donner à la distribution est celui de 115 à 120 volts.

Quant à l'emploi obligatoire d'une résistance automatique j'estime que, si c'est une nécessité d'après M. Hegner, c'en est une bien regrettable, car cette résistance constitue un appareil coûteux et peut-être plus délicat que les lampes elles-mêmes.

Il faudrait, comme le dit très bien M. Bochet, un appareil jouant le même rôle que les bobines de réaction employées avec les arcs alternatifs. Dans tous les cas, il est certain que les 3 bobines-série des lampes jouent un rôle qui n'est pas négligeable. Pour terminer, je me permettrai de n'être pas tout à fait du même avis que M. Bochet sur l'emploi de lampes différentielles et à potentiel constant. Je n'ai jamais observé que, parmi les accidents qui arrivent aux lampes différentielles, ceux qui sont les plus prépondérants atteignent les organes de réglage où circule le courant principal. A mon avis la bobine à fil fin est la plus souvent atteinte, ce qui me paraît logique. Le seul avantage de la lampe-dérivation c'est sa facilité de réglage pour des intensités différentes, lesquelles peuvent même varier pendant la marche, *volontairement* et surtout *involontairement.*

Ces lampes sont en effet bien moins sensibles, surtout celles, les plus nombreuses, qui ne possèdent pas de recul. Elles absorbent conséquemment plus d'énergie, puisque le réglage est moins sensible principalement là où le voltage d'alimentation peut descendre et *surtout monter* dans une certaine proportion. »

L'éclairage du fond de la mer

L'éclairage de l'eau par les fontaines lumineuses fait songer à éclairer les profondeurs de la mer pour en saisir sur le vif les animaux, les paysages.... Le palais de l'optique à l'Exposition, organisé par MM. Deloncle et G. Seguy, donnait des photographies sous-marines. D'autre part, les travaux se peuvent ainsi effectuer sans lampes exigeant de l'air; le scaphandrier a une lampe au sommet de son casque qui le guide, et maintenant que la régénération de l'air respiré est un fait accompli (1), les explorations et travaux dans la mer se feront sans difficulté. On y installe au besoin plusieurs lampes à poste fixe et le plongeur est ainsi même débarrassé des fils amenant le courant. La *pêche électrique*, en attirant les poissons à la façon des papillons vers un foyer lumineux, est un vieux problème de nouveau étudié.

(1) Le scaphandrier peut n'être plus relié comme autrefois à un appareil lui envoyant, de la surface par un tuyau, l'air respirable. Il est basé sur une découverte récente où l'on a montré que du bioxyde de sodium projeté dans un récipient d'eau dégage de l'oxygène en quantité suffisante pour la respiration. L'appareil est suspendu aux épaules; il renferme une série de tablettes, portant chacune une dose calculée de bioxyde de sodium; un mouvement d'horlogerie les fait basculer successivement à intervalles réguliers dans un vase d'eau d'où l'oxygène se dégage, tandis que la soude provenant de la décomposition fixe l'acide carbonique de l'air exhalé. Un petit ventilateur, actionné par un accumulateur, détermine la circulation des gaz du milieu confiné, et facilite les échanges. Par la décomposition, l'air se trouve légèrement chauffé; un réfrigérant est prévu pour le ramener à la température convenable. Un tuyau relie l'appareil régénérateur avec le masque du scaphandre. Cette méthode est applicable dans tous les cas où il s'agit de pénétrer dans des milieux irrespirables.

L'éclairage électrique d'un château en Angleterre

Au château d'Ardross Castle, au nord de l'Ecosse, le générateur électrique est actionné par des turbines Gilkes, type Wortex : un petit lac et une chute d'eau ayant pu être utilisés comme puissance hydraulique. Les deux dynamos donnent 100 ampères. Les conducteurs de transmission sont aériens à travers un bois entourant le château. L'éclairage de la maison comporte 350 lampes à incandescence ; pour le chauffage on a 25 radiateurs disséminés dans les salles, chambre à coucher,.. le piano est actionné électriquement dans une salle de bal. La ferme a un moteur de 15 chevaux. La chapelle est chauffée électriquement : la nef a 22 petits radiateurs fixés le long des murs à intervalles réguliers sous les barres ; plus 4 grands radiateurs sous le parquet avec grilles de fonte. Il n'y a aucun accumulateur et le tout fonctionne jour et nuit. Ce travail énorme et encore inédit chez les particuliers, quant à la réunion de toutes ces modalités électriques, est dû à M. Adams, ingénieur-conseil à Londres ; il rappelle la maison électrique de l'Exposition de Bordeaux en 1895, due à MM. Pauthier frères, d'Angoulème et possible rien qu'avec les grands accumulateurs Peyrusson.

Les projecteurs électriques dans la marine

Les dernières manœuvres navales américaines ont donné lieu à quelques remarques fort intéressantes sur l'emploi des projecteurs à bord des navires de guerre et sur les côtes, dans l'attaque et la défense. Le capitaine Whistter a résumé ses impressions et ses remarques à ce sujet, et elles peuvent servir d'enseignement

complémentaire aux officiers de terre et de mer, qui ont évidemmeut toujours à compter maintenant avec la lumière électrique sous forme de projection. Il ne faut pas compter, d'après lui, pouvoir forcer une passe avec des torpilleurs et des navires quels qu'ils soient, lorsque cette passe est défendue par des projecteurs et de bonnes pièces d'artillerie. L'épreuve en a été faite pendant ces manœuvres à Newport, défendu par le fort Adams. Les projecteurs découvraient immédiatement les assaillants et les canons de côte les auraient inévitablement mis en pièces en peu d'instants. Les projecteurs électriques sont beaucoup plus efficaces sur terre que sur mer; ceux de l'armée de terre envoient un faisceau très ramassé, mais dont l'effet est plus intense; sur mer, l'espace couvert est étendu, mais ne fournirait pas une lumière aussi bonne pour le pointage des grosses pièces. On a également remarqué qu'il était possible de détruire l'effet d'un projecteur; un cuirassé assaillant dirigea son faisceau lumineux sur le faisceau projecteur du fort Adams et l'annula ainsi entièrement; on pouvait bien voir un jet étincelant, mais on ne distinguait rien au delà, le point de jonction des deux projections créait, pour ainsi dire, une zone impénénétrable. (*Electricien*).

Le plus puissant projecteur électrique a été installé dernièrement à New-York, en avant de la rade; c'est un projecteur électrique qu'on dit en effet être le plus puissant qui soit aux Etats-Unis, où se trouvait déjà cependant le grand projecteur de Mount Lowe, en Californie, d'une intensité de 340,000,000 de bougies.

Celui qui vient d'être érigé à New-York comporte un système lenticulaire sphérique de 1m55 de diamètre, permettant de projeter, dans n'importe quelle

direction, un faisceau lumineux dont tous les rayons sont mathématiquement parallèles.

La lampe à arc, dont l'intensité atteint 100,000 bougies, avec un courant de 200 ampères, se trouve au centre optique d'un immense miroir parabolique de 2 mètres de diamètre. Les deux charbons — positif et négatif — de cette lampe-soleil ont respectivement 33 et 38 millimètres d'épaisseur. Leurs déplacements sont réglés par un appareil automatique, de manière à obtenir toujours un arc constant.

Grâce à ces diverses dispositions, le projecteur en question atteint une puissance lumineuse de 375 millions de bougies et une portée de 270 à 280 kilomètres par beau temps.

CHAPITRE V

CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE

Le chauffage au Canada. — Chauffages divers. — Application industrielle du chauffage électrique. — Vol électrique et séchage du linge.

Le chauffage au Canada

Une application importante du chauffage électrique vient d'être faite en Amérique dans le nouvel hospice du Carmel, construit sur la rive canadienne du Niagara. L'énergie électrique sert à la fois pour l'éclairage, le chauffage des locaux, la cuisine, la buanderie, les salles de bains, etc..., elle est uniquement employée

pour toutes les applications nécessitant du calorique. L'usine génératrice est située à 3 kilomètres des bâtiments et fournit une centaine de chevaux sous forme de courant triphasé à 2,200 volts. Trois transformateurs disposés à l'intérieur de l'hospice, deux de 30 kilowatts et un de 25, le ramènent à une tension de 110 volts.

Sur les 100 chevaux que doit fournir l'usine génératrice, 25 sont utilisés pour l'éclairage qui comprend 200 lampes à incandescence de 16 bougies et pour la cuisine et le chauffage de l'eau; les 75 chevaux restants servent au chauffage du rez-de-chaussée du bâtiment qui contient 11 chambres à coucher de $4^{m}50 \times 3^{m}60 \times 3^{m}05$ de hauteur, un corridor desservant toutes les pièces de $36^{m} \times 4^{m}50$, une salle à manger et une salle de réception. Les appareils de chauffage sont d'un type uniforme et ont une puissance maxima de 4 chevaux chacun ; un commutateur permet de réduire plus ou moins l'intensité du chauffage.

Chaque chambre contient un de ces appareils et le corridor en contient neuf. La cuisine possède un fourneau complet et trois fours. Le fourneau présente une surface de chauffe d'un demi-mètre carré environ et consomme 90 ampères, chaque petit four demande 23 ampères et le grand 50. On peut cuire à la fois quatre rôtis de 12 kilos. Le courant électrique sert aussi à chauffer les récipients de l'office, destinés à la fabrication du thé, du café, etc..., ainsi que les deux chaudières, l'une de 120 ampères qui dessert la buanderie, l'autre de 125 qui alimente la cuisine.

Le courant est employé sous forme de courant alternatif simple, c'est-à-dire qu'on n'utilise qu'une phase du courant d'arrivée, le coût de l'énergie fournie est de 125 fr. par cheval et par an pour les 25 chevaux nécessaires à l'éclairage, à la cuisine et au chauffage de l'eau,

et 25 fr. par cheval et par an pour les 75 employés au chauffage des locaux, ce qui fait en tout une dépense annuelle de 5,000 francs environ.

Chauffages divers

Les *étuves* se chauffent au moyen de résistances ou de lampes ; la *couveuse électrique* peut utiliser une simple lampe placée au foyer d'un miroir parabolique ; la *cuisine* peut se faire au moyen de résistances noyées dans de l'émail (Godin), ou formées de substances céramiques particulières, ou encore en fils métalliques enroulés, disposés en spirale et cousus sur de l'amianthe, de façon à ce que la dilatation des fils ne leur permette pas de se toucher et ainsi de diminuer la longueur du circuit résistant (Parvillée). A l'Exposition de 1900, l'essai a été fait et très concluant dans un grand restaurant de la rue des Nations (*La Féria*, système Parvillée) ; le *chauffage* des appartements peut se faire par des lampes ou des résistances spéciales, on a fait des bûches électriques au silicium graphitoïde. Toutes ces applications se sont beaucoup multipliées depuis peu.

— La maison W. C. Heraeus de Hanau a exposé également des résistances formées d'un corps conducteur étendu en couche mince sur une substance isolante ; des baguettes cylindriques sont les supports, la longueur est quelconque comme pour les bûches Leroy ou les résistances Parvillée. Ces baguettes sont en porcelaine recouverte d'un émail spécial désigné sous le nom d'émail conducteur en platine silicium.

Application industrielle du chauffage électrique

La grande fabrique de chapeaux de paille de MM. William Carroll et Cie, dit M. Georges Dary (*A Travers l'Electricité*), « occupe 300 ouvriers et ne produit pas moins de 7 à 800 douzaines de chapeaux par jour; elle est située à Mateanan, dans l'Etat de New-York, sur une petite rivière, la Fish-hill, affluent sans conséquence de l'Hudson. Cette situation particulière décida les propriétaires de l'usine à adopter l'électricité au lieu du gaz qui, jusque-là, avait alimenté leurs fers et leurs étuves.

Un barrage fut donc établi et une longue conduite amena l'eau de la rivière en une chute de 8^m85 jusqu'à une turbine Leffel de 1^m05 qui actionna la dynamo génératrice. Pour les périodes des basses eaux, un moteur Corliss de 150 chevaux était en réserve.

La dynamo à courants alternatifs, genre Ferranti, est reliée par courroie à une excitatrice, type Manchester, et accouplée directement à la turbine, dont la marche est réglée à l'aide d'un vannage commandé par un régulateur électrique; cette dynamo donne du courant à 1,000 volts en tournant à 650 révolutions et des transformateurs le ramènent dans les circuits d'utilisation de la fabrique à une tension uniforme de 104 volts.

Le matériel de chauffage électrique comprend environ vingt grands fers spéciaux de chapeliers, quinze autres grands ou petits, dix étuves circulaires de 20^{cm} de hauteur, six chaudières à colle et un certain nombre de presses particulières. Lorsque tous ces appareils fonctionnent ensemble, ils dépensent un total d'environ 20 kilowatts; mais comme cela n'arrive

pour ainsi dire jamais et que généralement, à tout instant, le courant est coupé ici ou là et rétabli suivant les besoins, il faut compter sur une consommation moyenne d'environ 10 kilowatts. C'est surtout dans cette facilité de faire cesser pour quelques minutes à peine la consommation que réside l'immense supériorité du chauffage électrique sur le chauffage au gaz ; même à prix égal de production, les avantages sont considérables.

Les fers électriques moyens consistent en des blocs de fer creux d'environ 15^{cm} de long ayant une poignée à chaque extrémité; l'une de ces poignées peut se diviser et démasque alors une couverture par laquelle on fait entrer à l'intérieur du fer la petite bobine composant le radiateur. Chacun de ces fers consomme environ 3 ampères; on les emploie à repasser la coiffe et les bords des chapeaux. D'autres, plus petits, servent à coller la bande de soie qui porte la marque de fabrique sur le tulle de la doublure. On intercale entre ces étoffes un petit morceau de caoutchouc et l'on chauffe, le caoutchouc fond et réunit la soie à la doublure.

Pour chauffer fortement les chapeaux, on se sert de petites étuves munies en leur centre de noyaux disposés perpendiculairement et autour desquels les fils de cuivre sont enroulés; quant aux grands fers à repasser les bords des chapeaux, ils sont agencés d'une façon analogue et mesurent 27^{cm} de long ; leur poids est d'environ 7^{kg}.

Comme la colle est employée à tout moment, on n'emploie le courant électrique que pour liquéfier cette colle. C'est pourquoi un manchon métallique entoure la marmite et contient de l'eau chauffée à l'aide d'un petit radiateur tubulaire consommant $2^{amp}5$. La température de fusion est ensuite maintenue constante en plaçant la marmite sur une des étuves.

Les matrices des presses à main et des presses hydrauliques sont aussi chauffées électriquement à l'aide de radiateurs circulaires consommant 8 ampères environ et disposés à l'intérieur de ces petites matrices; au moyen de ces presses, on façonne le fond des chapeaux avec une grande rapidité.

Bien entendu, toute l'usine est éclairée électriquement à l'aide de 500 lampes à incandescence et de quelques lampes à arc. »

Si maintenant, en mettant à part la commodité de ces appareils de chauffage et les nombreux avantages qu'ils offrent à cette industrie en particulier, nous examinons les résultats financiers d'une telle installation, nous voyons que l'on réalise un bénéfice considérable sur le prix d'une installation au gaz. Primitivement, l'usine dépensait 1000 à 1200 dollars pour 400 douzaines et aujourd'hui, avec une production double, un éclairage plus intense, seulement 200 dollars.

Vol électrique et séchage du linge

Une application du chauffage électrique assurément peu banale est de scier avec la chaleur du courant des barres ou des plaques de fer, surtout de coffres-forts dont il s'agit d'enlever induement le contenu. Les secteurs d'éclairage permettent de brancher facilement deux conducteurs, l'un aboutissant à un crayon de charbon portant la résistance, l'autre relié au coffre-fort; une petite plaque garnie intérieurement d'argile est suspendue au bouton du combinateur à lettres et on en approche le charbon, l'arc jaillit et fond le métal. En trois minutes, une porte de fer de 8 centim. d'épaisseur serait percée de part en part, sans bruit, presque sans lumière, celle-ci se produisant derrière la plaque.

— Récemment, devant diverses ruptures des fils de ligne dans l'Empire du Milieu, les ingénieurs se sont étonnés et ont constaté, que se faisait par quantités considérables et pesantes, le *séchage du linge*, sur les fils électriques à 1000 volts. Sur la remarque des dangers qu'ils couraient à ainsi placer leurs linges sur ces fils, les Chinois, sceptiques, ont déclaré qu'ils continueraient ce séchage par l'électricité, beaucoup plus actif et rapide que par le soleil !

CHAPITRE VI

SIGNAUX ET TÉLÉGRAPHIE

Télégraphie à grande vitesse. — Reproduction de dessins, écritures... à distance. — Appareil automatique de mise en circuit téléphonique. — Auto-commutateur téléphonique. — Téléphonographe. — Téléphonie à grandes distances. — Dispositif de transmissions multiples. — La poste électrique. — Signaux électriques divers.

Télégraphie à grande vitesse

Deux ingénieurs hongrois, Anton Pollak et Joseph Virag, viennent de découvrir un nouveau système de télégraphie à grande vitesse, permettant de transmettre plus de quatre-vingt mille mots par heure sur un même fil.

Les expériences définitives et officielles, puisqu'elles ont eu lieu en présence des représentants des gouver-

nements autrichien, allemand, français et américain, viennent d'être faites entre Berlin et Budapest, avec plein succès, pendant cinq minutes consécutives.

Il nous est impossible même d'essayer de décrire les nouveaux appareils, qui combinent le télégraphe Morse avec le cinématographe et le siphon recorder de Wheatstone. Ils sont extrêmement compliqués, mais non point délicats. On se sert d'une sorte de long ruban de papier perforé et sensibilisé au gélatino-bromure, sur lequel on photographie au fur et à mesure les points et les traits de l'alphabet Morse, reçus et amplifiés au préalable par un miroir oscillant. Le télégramme arrive ainsi tout imprimé en clair sous les yeux de l'employé préposé à la réception.

Ce qu'il importe surtout de savoir, c'est que les opérateurs sont arrivés à « passer » plus de cinq cents mots en vingt secondes, ce qui représente une vitesse de quatre-vingt-dix mille mots à l'heure.

Reproduction de dessins, écritures... à distance

Depuis longtemps déjà on avait essayé la reproduction des dessins à distance par l'électricité; tout le monde a entendu parler des remarquables expériences de M. Caselli, de l'appareil qu'il avait imaginé et auquel il fut donné le nom de *pantélégraphe*. A l'aide du système Caselli on pouvait reproduire des dessins à distance, mais on n'obtenait qu'un pointillé imparfait. Quoi qu'il en soit, le principe était trouvé, la possibilité de transcrire des dessins à distance était démontrée. Les Américains s'attachèrent à perfectionner la méthode et à la rendre pratique, et M. Ernest A. Hummel de Saint-Paul a imaginé un appareil dont les résultats sont très satisfaisants. Dès à présent, le *New-York*

Herald emploie le nouveau mode de transmission et des reproductions de dessins sont transmis au *télédiagraphe.*

On dessine le sujet sur une feuille d'étain que l'on enroule sur un cylindre analogue à un cylindre de phonographe. Une petite pointe de platine se déplace sur le cylindre, le circuit étant fermé s'ouvre chaque fois que l'aiguille rencontre un trait du dessin. Ces oscillations sont reproduites au poste récepteur où l'on a enroulé sur le cylindre une feuille de papier chimique (analogue à celui dont on se sert pour faire plusieurs exemplaires d'une note à la machine à écrire) placée entre deux feuilles de papier blanc, et le dessin est reproduit sur la feuille de papier inférieure.

— Le télautographe transmet électriquement l'écriture à distance, sans déformation d'aucune sorte ni interruption dans le trait; il fonctionne ainsi : à la station transmettrice l'expéditeur écrit, à la manière ordinaire avec une plume qui, bien qu'offrant à l'opérateur une liberté absolue de mouvements, est reliée à un système d'organes constituant le transmetteur, de telle sorte que les mouvements imprimés à la plume, dans toutes les directions, au cours de la formation de l'écriture, produisent, dans le circuit, une série de pulsations de polarités dont l'amplitude et les alternances sont régies par le mouvement même de la plume. Ces pulsations sont reçues à la station réceptrice, par une série d'électro-aimants, qui impriment à la plume du récepteur une série de mouvements reproduisant synchroniquement et rigoureusement les mouvements de la plume du transmetteur. Aux Etats-Unis, on parle de reconnaître comme valable une signature transmise par cet appareil.

— Des ingénieurs berlinois ont récemment inventé

un appareil qui transmet à distance le relief du visage; ils l'ont appelé le téléplastique. La transmission peut donner la grandeur naturelle, un agrandissement ou une réduction, toujours d'une exactitude fidèle. Le transmetteur consiste en un châssis contenant des tiges métalliques placées côte à côte et mobiles en avant et en arrière du châssis. Le récepteur offre la même disposition; les tiges y sont soumises à l'action d'électro-aimants; quand un objet présentant des reliefs est appuyé sur les tiges, une série de contacts se trouvent établis auxquels le récepteur obéira pour reproduire ces reliefs par le moyen de ses tiges dont les mouvements correspondent à ceux des tiges du transmetteur.

— Dans la section américaine, au Palais du Champ de Mars, fonctionnait un curieux télégraphe; c'était un appareil multiple, caractérisé par la rapidité avec laquelle les dépêches sont reçues et peuvent être transmises. Au poste expéditeur, le manipulateur est une machine à écrire qui produit son impression, directement, par lignes successives, sur la feuille de papier continue qui se déroule au poste récepteur et qu'il suffit de couper et de plier pour la remettre au destinataire. Le rôle de l'employé expéditeur est ainsi réduit à celui d'un dactylographe et au poste d'arrivée un gamin suffit à recevoir, couper et plier les dépêches.

Appareil automatique de mise en circuit téléphonique

M. R. de Lamprecht, a inventé un appareil ayant pour but de permettre la mise en circuit d'un appareil téléphonique pour une période de temps déterminée, à la condition d'avoir, au préalable, versé dans une

fente une ou plusieurs pièces de monnaie déterminées également. Il consiste en principe en un levier qui bascule sous le poids des pièces de monnaie et s'enclenche avec un autre levier, et ce dernier établit le circuit entre un appareil téléphonique extérieur et les lignes venant du bureau central et correspondant avec un autre abonné, Au moment de la mise en communication, un mouvement d'horlogerie fonctionne et marque le temps qui s'écoule. Une aiguille se déplace à cet effet devant un cadran divisé en secondes et en minutes. L'ensemble de l'appareil est renfermé dans une boîte, à la devanture de laquelle est ménagée une fente. Les pièces de monnaie en tombant viennent frapper un timbre et celui-ci émet un son qui est entendu du bureau central. La personne qui désire une communication a payé, on lui donne aussitôt la communication demandée.

L'utilisation et le mode d'emploi de l'appareil sont des plus simples. Sur une table se trouvent la boîte dont nous venons de parler et un appareil téléphonique. Nous désirons une communication téléphonique, nous pressons le bouton d'appel. Le Bureau central nous répond et nous lui demandons le numéro que nous désirons. Aussitôt nous versons dans la fente la somme demandée pour cinq minutes de communication. Le timbre retentit, la téléphoniste est prévenue que la taxe a été payée. Elle établit la communication. Dès que celle-ci nous est donnée, le mouvement d'horlogerie se met en marche et nous indique à chaque instant le temps qui s'est écoulé depuis l'origine. Après cinq minutes de conversation, la communication est coupée automatiquement.

Auto-commutateur téléphonique

L'auto-commutateur permet d'obtenir les communications par la simple manipulation d'un cadran mobile.

Depuis la fin de 1900, tous les services du ministère du commerce et du sous-secrétariat des postes communiquent entre eux par l'auto-commutateur, et cette première expérience a donné de bons résultats.

L'essai va en être fait en une petite ville de province. Cette ville n'est pas encore désignée. On choisira entre celles qui, n'ayant point encore de réseau téléphonique, en feront la demande pour une centaine environ d'abonnés, et on lui installera un réseau semblable à celui qui fonctionne si bien déjà au ministère du commerce. Il s'agit, en somme, de savoir si le public usera avec autant d'habileté et de sagesse, et, par conséquent, de profit, du nouvel organisme téléphonique, qui n'a que le défaut d'être extrêmement délicat et coûteux.

Chaque abonné a chez lui un poste (pile, microphone et téléphone), plus un mécanisme spécial avec cadran chiffré; l'on amène successivement à un contact chacun des chiffres représentant le numéro téléphonique et produisant autant d'émissions de courant qu'il a lui-même de valeur; cela détermine au poste central, grâce à divers électro-aimants, la position des paillettes horizontalement et verticalement. Le numéro marqué, l'abonné sonne en tournant la manivelle de sa petite magnéto; si la ligne est occupée, on entend un ronflement, et on réappelle quelques instants après.

Téléphonographe

Sous cette appellation ou encore celle de Gouraudphone, on a imaginé un appareil amplificateur des sons, avec des usages différents. Comme inventeurs, on donne les noms de MM. Gouraud, Horace Short, Kumberg... Le Gouraudphone a été essayé à la Tour Eiffel, à Paris, pendant l'Exposition. Dans le même ordre d'idées, citons les expériences faites aux environs de Brighton, par M. Short.

Ce téléphonographe transmet, en les amplifiant, les sons de la voix humaine à 15, 20 et même 24 kilomètres de distance, et, si extraordinaire que la chose paraisse, le moindre chuchotement proféré dans l'embouchure de la machine est répété au loin sur un ton presque aussi assourdissant que celui d'une sirène à vapeur. Soit un phonographe ordinaire, dont le pavillon aurait $1^{m}20$ de longueur et 86 centimètres d'ouverture; à l'intérieur du pavillon se trouve un sifflet vibrant, sorte de langue métallique mise en mouvement par une aiguille de saphir qui enregistre les paroles à reproduire sur un cylindre d'argent. En faisant passer de nouveau l'aiguille sur le sillon pointillé qu'elle a creusé, les sons, même les plus imperceptibles, sont répétés et amplifiés de telle sorte qu'on peut facilement les entendre à 24 kilomètres par un vent favorable. Ce sera le porte-voix de l'avenir.

D'autre part, le *Times* annonce qu'un inventeur, M. Kumberg, vient d'imaginer un appareil des plus ingénieux, qui a été baptisé du nom de « téléphonographe ». C'est une combinaison très pratique du téléphone et du phonographe, déjà réalisée par M. Dussaud, sous le nom de *Téléphone haut-parleur*.

A chaque téléphone est adapté un enregistreur en

cire, analogue aux rouleaux des phonographes. Il suffit qu'une communication soit établie pour que cet enregistreur soit aussitôt mis en mouvement. Chaque parole de la personne qui parle à un bout de fil, non seulement résonne dans le tube acoustique à l'autre bout du fil, mais encore vient se fixer sur l'enregistreur. Est-on sorti, on reçoit des messages téléphoniques, exactement comme si l'on était là. La personne qui demande la communication est reliée à l'appareil ; elle dit ce qu'elle a à dire et ses paroles sont fidèlement enregistrés. Au retour du destinataire, il déclanche l'appareil, approche les récepteurs de ses oreilles et peut faire répéter autant de fois qu'il le veut le message reçu pendant son absence. On peut encore très bien, au lieu de faire ses recommandations à son valet de chambre ou à son garçon de bureau, les faire au téléphone. En s'approchant simplement de son appareil en disant : « Je sors, mais je serai de retour à neuf heures un quart. Si vous ne pouvez m'attendre, dites-moi dans l'appareil ce que vous voulez. » La personne qui vient alors est conduite au téléphone, et elle peut, à son choix, soit entendre l'absent, soit confier à l'appareil ce qu'elle a à lui dire. Le *Times* déclare que le mécanisme du téléphonographe est tel qu'il peut enregistrer jusqu'à 15,000 mots à la fois.

Le **Téléphone écrivant,** serait aussi, dit-on, réalisé.

M. Waldemar Paulsen, Danois, a réalisé, en 1899, le **Télégraphone ou Téléphone-Phonographe** un appareil curieux. Un minuscule électro-aimant a des bobines embrochées dans un circuit téléphonique ordinaire (avec pile, microphone, ligne et récepteur) ; les pôles en sont très rapprochés, avec, entre eux, un fil indéfini se déplaçant longitudinalement d'environ 25 mètres par seconde, d'un diamètre de $0,5^{mm}$, de la qualité dite « corde à piano ». Le flux de l'entrefer de

l'électro-aimant remplace le stylet ; et le fil, le cylindre de cire des phonographes ordinaires. Les courants ondulatoires émis par le microphone, ou par la bobine d'induction qu'on lui adjoint si la ligne est un peu longue, traversent les bobines de l'électro-aimant en même temps que le récepteur ; ces courants modifient le flux dans l'entrefer : il y a des vibrations à l'émission de la parole émise devant le microphone qui aimantent transversalement le fil ; chaque section de celui-ci conserve un peu et proportionnellement du magnétisme rémanent susceptible de le restituer : un récepteur téléphonique dans lequel on écoute est simplement relié aux bobines de l'électro-aimant, entre les pôles duquel passe de nouveau le fil récepteur dans le même sens et sensiblement avec la même vitesse que pendant l'inscription. L'aimantation transversale étant variable d'un point à l'autre, son déplacement produira des courants ondulatoires différents dans les bobines de l'électro-aimant, et le récepteur vibrant fait entendre la conversation autant de fois que le fil passera entre les pôles de l'électro-aimant. On *efface* cette conversation en agissant sur le fil qui se déplace avec un courant constant. (V. p. 33.)

Téléphonie à grandes distances

Il est possible de communiquer directement par le téléphone au travers de grandes distances jusqu'ici impraticables, par exemple de San Francisco à Londres, pourvu que le circuit utilisé porte un certain nombre de bobines de réaction destinées à absorber les courants parasites agissant sur le circuit. Un inventeur, M. Pupin, estime que l'on téléphonerait aisément à travers l'Atlantique au moyen d'un câble dont le circuit serait pourvu de bobines de réaction disposées

au-dessous de l'armature, à raison de huit par mille, soit environ une tous les deux cents mètres. Pour les lignes terrestres, il emploie une bobine de réaction par mille, et il dispose ces bobines en circuit sur les poteaux. Les essais faits sur le réseau de la Compagnie téléphonique de New-York auraient, paraît-il, été des plus satisfaisants, et démontré l'exactitude de ses prévisions. Cette découverte offrirait en outre cet avantage énorme qu'elle permettrait de remplacer les circuits téléphoniques actuels en cuivre, qui sont si coûteux, par des fils en fer ordinaire. L'économie réalisée sur l'établissement des lignes ne serait pas moindre de 80 p. 100. De plus, tous les bureaux télégraphiques pourraient, dès lors, moyennant une dépense insignifiante, être pourvus du téléphone.

Le téléphone de Paris à Rome quoique représentant déjà une assez belle distance de communication repose sur les principes ordinaires. Le gouvernement italien vient d'établir, dit *La Nature,* sur tout le versant des Alpes italiennes, les installations téléphoniques destinées à relier Rome à Paris. Les frais ont été d'un peu plus de 700.000 francs pour les Alpes seulement, et il a fallu une période de sept mois environ pour cette installation, à cause des difficultés énormes qu'on a dû surmonter. On va procéder maintenant à la pose des fils le long du continent italien, soit : Turin, Novi, Gênes, le littoral de la Méditerranée et Rome. De son côté, le gouvernement français travaille activement à la pose de la ligne sur les Alpes et des raccordements avec Paris. On prévoit que l'été prochain, il sera possible de communiquer entre Rome et Paris,

Dispositif de transmissions multiplex

M. D. Tommasi a trouvé le principe d'une invention ayant pour but de permettre simultanément à plusieurs couples de correspondants l'usage d'un même circuit en *ligne téléphonique*, sans mélange ni trouble des diverses communications particulières.

Exposons d'abord le principe ou plutôt le phénomène physiologique sur lequel est fondée cette invention. On sait que l'impression de la perception d'un son par l'oreille ne cesse pas en même temps que le son lui-même cesse d'être produit. En d'autres termes, l'oreille semble continuer à percevoir le son, alors que celui-ci a cependant cessé depuis un temps appréciable. Ce phénomène, analogue a celui observé pour la vision, constitue ce qu'on nomme la persistance auditive. Cette persistance, mesurée par expérience, a été trouvée égale à un trente-deuxième de seconde.

Il suit de là que, si un son est répété, de telle sorte que le plus grand intervalle de temps entre les sons successifs n'excède pas un trente deuxième de seconde, l'impression est interrompue et l'auditeur perçoit au lieu de la série des sons détachés un son continu.

De même, quand un auditeur perçoit un son continu, si l'on scinde ce son par une série d'interruptions dont la durée atteigne au plus un trente-deuxième de seconde, la sensation de ces interruptions échappe à l'oreille et l'auditeur continue à percevoir le son comme s'il demeurait continu. Cette seconde conséquence du phénomène de la persistance auditive est celle utilisée par l'auteur.

Etant donné un circuit réunissant deux téléphones, si l'on intercale, en un point quelconque de l'un des fils de ce circuit, un interrupteur qui produise une

série d'interceptions du courant dont la durée soit au plus d'un trente-deuxième de seconde, la communication entre les deux correspondants n'en sera nullement altérée.

— De son côté, M. Albert Turpain a cherché la *transmission télégraphique duplex et diplex.* La télégraphie par courant continu donnant diverses solutions (méthode différentielle, du pont de Wheatstone, de Mance, d'Edison, de Muirhead, d'Ailhand) nécessite, entre les deux postes A et B, par exemple, une sorte de seconde ligne factice égale à la première, en résistance et capacité. « Avec des ondes électriques, produites par un excitateur au poste expéditeur B, et concentrées sur la ligne par un manipulateur, le courant continu arrive par une seule ligne au pôle destinataire A, en un résonnateur à coupure, dans la coupure duquel on intercale une pile locale et le récepteur à influencer. On augmente la sensibilité du résonnateur en disposant un cohéreur entre les deux pôles de son micromètre. Il faut quelques précautions. Les ondes produites en B, envoyées sur la ligne peuvent suivre deux chemins, la ligne B A, et le conducteur qui permet au courant continu envoyé par A d'agir sur le récepteur de B. En suivant ce second chemin les ondes risqueraient d'endommager l'isolant de l'électro-aimant du récepteur de B ; de plus, les ondes qui parviendraient en A se trouveraient notablement affaiblies.

Pour protéger l'électro-aimant du récepteur de B, il suffit de l'enfermer dans une enceinte métallique mise en communication avec le fil de l'électro-aimant. Les ondes électriques n'intéressant que la sulface des conducteurs qui les concentrent ne risquent plus d'endommager l'électro-aimant.

Pour empêcher la majeure partie des ondes d'être propagées par le second chemin qui leur est offert, il suffit de comprendre au nombre des conducteurs qui forment ce chemin une cuve électrolytique ou une bobine de fil de fer noyée dans la paraffine.

La solution ainsi réalisée permet d'utiliser un appareil télégraphique donné par la transmission de A vers B, alors qu'on emploie un appareil différent pour la transmission de B vers A.

Cette solution, concurremment le courant continu et les ondes électriques, sans que les dispositifs assurant le fonctionnement par courant continu, influent sur le fonctionnement de ceux utilisant les ondes. On peut donc disposer les deux groupes d'appareils à distance. C'est ainsi qu'on peut permettre l'échange de communications entre deux postes A et B au moyen du courant continu en même temps que deux autres postes C et D, intermédiaires, empruntent le fil même qui relie A et B pour communiquer entre eux au moyen des ondes électriques.

En permettant cette combinaison, la solution offre un avantage sur celles ordinairement employées.

Nous avons expérimenté ces dispositifs entre deux postes situés à 350 mètres l'un de l'autre. Les deux postes étant munis d'appareils de Morse et les signaux simultanément émis étaient reçus sans qu'une des transmissions influât sur l'autre.

La ligne était constituée par un des fils de protection du secteur de la station de Bordeaux-les-Chartrons. Le voisinage des fils du secteur n'eut aucune influence sur la transmission, malgré la grande intensité du courant qui les parcourait.

Il semble donc que la télégraphie par ondes électriques puisse être réalisée sur les fils mêmes qui ser-

vent actuellement en télégraphie par courant continu sans nécessiter d'isolement spécial (1).

Transmission Diplex. — La transmission diplex, qui permet d'envoyer simultanément deux télégrammes dans le même sens de A vers B, peut être également assurée en employant concurremment le courant continu et les ondes électriques. Il suffit de disposer au même poste de A le manipulateur, utilisant le courant de la pile et l'excitateur d'ondes électriques ; on place au même poste B les deux récepteurs, l'un fonctionnant au moyen du courant continu, le second au moyen des ondes électriques et par l'intermédiaire du résonnateur à coupure ».

— On a essayé, entre Paris et Pau, un nouvel appareil télégraphique, le télémicrophone différentiel à l'aide duquel on peut lancer dans les deux sens et simultanément une douzaine de dépêches, de différents postes échelonnés sur une même ligne. Le système est fondé sur l'emploi des courants ondulatoires qui représentant une véritable gamme, provoquent des vibrations correspondantes dans les microtéléphones du poste récepteur. Les dépêches se lisent au son et le manipulateur Morse ordinaire les envoie.

— M. Mercadier, directeur des études à l'Ecole polytechnique, a imaginé un dispositif qui permet d'opérer en même temps et par le même fil la transmission reversible de vingt-quatre dépêches, douze dans chaque sens. L'inventeur se sert des courants ondulatoires produits par des diapasons dont le mouvement est entretenu par l'électricité.

(1) Cette propagation a été utilisée comme complément facultatif de la télégraphie sans fils par le capitaine Ferrier et en utilisant les principes (v. p. 178).

La poste électrique

Un ingénieur catalan vient de faire à Madrid, devant un public nombreux, l'essai d'une poste électrique de son invention. Une caisse de forme prismatique, allongée comme un projectile, destinée à contenir les correspondances réparties entre des tiroirs séparés suivant leur destination, est actionnée par un moteur qui est le secret de l'inventeur. Cette caisse court à la vitesse de 320 kilomètres à l'heure le long de deux rails en fil de fer supportés par des poteaux analogues à ceux de nos tramways électriques.

Les avantages de cette invention sont d'abord la rapidité de transmission des lettres — qui rivalisent avec les dépêches télégraphiques — la suppression du personnel postal voyageant dans les trains rapides. Ce personnel sera sédentaire et installé dans les gares. Ces progrès seront réalisés presque sans frais. Une expérience décisive sera incessamment organisée sous le contrôle de l'Administration des Postes espagnoles sur la ligne de Madrid à Aranjuez, où l'inventeur est autorisé à faire fonctionner pendant un mois son système à titre d'essai.

Signaux électriques divers

Les *Trains à fanaux puissants et interruptions* servent à éviter les collisions, comme les *signaux du système américain Hall* qui laissent fermés derrière un train deux intervalles de block-système protégé par les signaux. Le fonctionnement est entièrement automatique et c'est le train lui-même qui ferme la voie derrière lui au moyen d'une pédale, actionnée par le boudin des roues et produisant le contact qui permet le

passage du courant électrique agissant sur le signal. On évite ainsi l'emploi des agents spéciaux désignés ordinairement sous le nom de bloqueurs. Il y a un signal à l'entrée et à la sortie de chaque station, et, de plus, un signal intermédiaire entre deux stations consécutives. En passant devant un signal, le train le met à l'arrêt et en même temps, il remet à voie libre le signal précédent, de sorte qu'un train est toujours couvert par deux signaux à l'arrêt.

Terminons par les applications de l'électricité à l'*Anémomètre,* au *Réveil automatique* dans les hôtels, à la *Transmission sur paquebots ;* aux *Bouées électriques de sauvetage ;* au *Dispositif de sécurité* pour coffreforts, sonnant quand on coupe l'enveloppe de fils protecteurs; au *Graphophone*, disant que la ligne est occupée; à l'*Avertisseur des échappements de vapeur* dans les appareils à distiller,...

Le **Réveilleur automatique pour hôtels** que nous allons décrire se compléterait en Amérique de contacts sous le matelas du patient au moment voulu. L'utilité de cet appareil dans un hôtel à voyageurs saute aux yeux; il évite les erreurs et les négligences du personnel, qui peuvent être très préjudiciables.

La forme de ce réveilleur automatique est celle d'un tableau indicateur des sonneries d'appel. Les numéros mobiles sont remplacés par autant de cadrans qu'il y a de chambres en communication avec le tableau, Chacun de ces cadrans est muni d'un index relié à la sonnerie électrique de la chambre correspondante.

Le cadran placé à droite du fronton est celui du contrôle; l'heure qu'il marque doit toujours être d'accord avec l'heure de la pendule médiane. Le cadran, à gauche, comporte un interrupteur général.

Il suffit, pour être réveillé, de placer sur l'heure voulue l'aiguille du cadran portant le numéro de la chambre

occupée en ayant soin de rabattre la manette contre la lunette qui forme interrupteur.

La sonnerie résonne à l'heure marquée et dure une minute.

Un **Signal d'alarme électrique, avertisseur des échappements de vapeur dans les appareils à distiller,** est aujourd'hui utilisé en maintes usines : les vapeurs d'alcool qui, par suite d'un refroidissement insuffisant des appareils, ne sont pas condensées, pénètrent dans une cloche dont le fond inférieur est perforé. Elles s'échappent par les orifices du fond de la cloche, rencontrent une plaque de fer disposée au-dessous et descendent vers le bas. Le récipient de droite est en relation par une lame métallique avec la plaque, cette lame peut pivoter autour d'un axe fixe et par suite établir un contact entre la tige supérieure et la pointe du récipient, alors le courant passe et actionne la sonnerie.

CHAPITRE VII

TÉLÉGRAPHIE SANS FILS

Progrès des radio-conducteurs. — Sur la sensibilité maxima des cohéreurs employés pratiquement dans la télégraphie sans fils. — Sur l'emploi de nouveaux radio-conducteurs. — Syntonie. — Télégraphie photo-électrique. — Essais en ballon. — Essais dans les divers pays.

Progrès des radio-conducteurs

La télégraphie sans fils continue de progresser non sensationnellement, mais réellement. L'Exposition de

1900 a été la consécration de quelques innovations et a valu de légitimes récompenses (Grand Prix et Légion d'Honneur au Dr Edouard Branly, l'inventeur de la *base* de la télégraphie sans fils : les tubes à limailles ou *radio-conducteurs*, et des *antennes*, tiges qui vont chercher l'onde électrique dans l'air).

La variation de conductibilité de fines limailles métalliques de fer, aluminium, antimoine, cadmium, zinc, bismuth, sous l'action de voisinage d'étincelles électriques ambiantes, a été signalée par Edouard Branly à l'Académie des Sciences de Paris, le 24 novembre 1890. Le même auteur a depuis poursuivi ses recherches et trouvé maints radio-conducteurs nouveaux utilisables pour la télégraphie sans fils. En son rapport au Congrès de Physique de 1900, il en a signalé un certain nombre, en même temps qu'il mentionnait les résultats nouveaux de technique et de manipulation. C'est qu'en effet, dit-il, « si l'on n'y prend pas garde, un même métal est susceptible de se comporter très inégalement avec divers expérimentateurs. Il convient, d'abord, pour établir quelque comparaison de n'employer que des limailles tamisées, de tenir compte de l'âge de la limaille, si elle est oxydable », du diamètre des grains, du tassement, de la conductibilité du métal, de la force électromotrice. Les métaux inoxydables se prêtent un peu moins bien aux transmissions.

Le radio-conducteur est l'appareil récepteur qui décèle des variations de conductibilité par l'onde hertzienne, s'il est relié à un galvanomètre, une sonnerie, un télégraphe Morse... Son arrangement est des plus faciles et son essai est à la portée de tous : une petite quantité de limaille tamisée (par exemple de la limaille de l'or des monnaies, 180-200 au tamis) est introduite dans un tube de verre, entre deux tiges métalliques qui servent d'électrodes et soutiennent le tube de verre,

on règle peu à peu la distance des électrodes jusqu'à ce que la conductibilité soit grande et on rompt cette conductibilité par un choc : le tube est alors *accordé* et vibrera avec l'onde électrique, comme un diapason accordé se met à l'unisson d'un autre diapason en vibration. Un choc trop violent le désaccorde, un choc calculé rompt sa conductibilité tout en le laissant prêt à recueillir une onde électrique nouvelle. Les électrodes peuvent être de métaux magnétiques (fer, nickel) ou non (argent, platine), mais on peut créer un champ avec un aimant permanent et des électrodes en acier ou en fer doux, l'aimant se rapprochant ou s'éloignant à volonté pour créer une sensibilité déterminée; ce champ agit mécaniquement sur la limaille ainsi que des radiographies du radio-conducteur l'ont démontré à M. C. Tissot.

Cette question du choc, de la mesure, de la régularité des électrodes, n'est pas encore parfaitement résolue dans la pratique de la télégraphie sans fils. M. Ducretet a fixé dans son appareil récepteur, un marteau particulier, une petite boule d'ivoire venant frapper sur ce tube à limaille grâce à un relai et interrompant ainsi le courant qu'une nouvelle onde rétablit, qu'un nouveau choc remet en état, et ainsi de suite; M. O. Rochefort a un système frappeur qui heurte deux fois, à l'aller et au retour, le radio-conducteur. Mais M. Tomassina a présenté à l'Académie des sciences de Paris en 1899 et en 1900 divers travaux sur un cohéreur à charbon, très sensible, pouvant perdre par la seule interruption du courant, sans aucun choc, la conductibilité acquise par l'action des ondes sur son circuit. La décohération étant d'abord irrégulière, il eut alors, dit-il, « l'idée de construire un cohéreur de forme spécial, pouvant être placé dans l'étui même du téléphone. J'ai découpé dans une feuille d'ébonite de $2^m/^m$ 5

d'épaisseur un rectangle de 12m/m sur 15m/m, j'ai percé un trou central bien net de 5m/m de diamètre, et ai fait à la lime une entaille au milieu de chaque face de l'ébonite parallèlement au plus long côté du rectangle. Un fil de maillechort de 2m/m d'épaisseur, recouvert de soie, a été passé dans les ouvertures et dans les entrailles et serré en boucle ; un second fil identique a été fixé de même en face du premier. Les deux fils avaient été mis à nu et polis préalablement, mais seulement dans la partie passant dans le trou. Celui-ci fut fermé d'un côté par une lamelle de mica bien mastiquée sur l'ébonite, et ensuite rempli presque entièrement par de la poudre de charbon bien desséchée. Une deuxième lame de mica fut appliquée de même sur l'autre face de l'appareil, formant ainsi un cohéreur dont les électrodes étaient constituées simplement par les deux fils de maillechort en contact avec la poudre à une distance de 1m/m environ l'un de l'autre.

« J'ai dévissé le couvercle du récepteur téléphonique, coupé le fil de l'électro-aimant intérieur et intercalé le cohéreur, le plaçant de façon qu'il ne touchât pas la lame vibrante.

« Lors des essais il a marché parfaitement avec un seul élément de pile sèche et il s'est trouvé d'une sensibilité égale sinon supérieure aux meilleurs récepteurs à limaille. La cavité du cohéreur étant, comme j'ai dit, presque remplie de poudre de charbon, ce récepteur agit également bien dans toutes les positions. On entend un choc très net à chacune des étincelles de l'oscillateur, quelle que soit d'ailleurs leur rapidité, en appliquant l'oreille au téléphone, ainsi modifié.

« La poudre de charbon remplaçant la limaille métallique, outre l'avantage incontestable de l'auto-décohération, donne au cohéreur une inaltérabilité qui lui assure un fonctionnement régulier, même avec un cou-

rant assez énergique, comme celui de trois accumulateurs en tension. J'espère pouvoir ainsi faire enregistrer les signaux par un appareil Morse inséré dans le circuit même du cohéreur, procédé qui résoudrait le problème de la transmission rapide des signaux par ondes hertziennes. »

Le même appareil vibrant à distance d'ondes électriques aériennes, ou *électroradiophone*, décèle les orages lointains, leur distance, leurs phases (p. 218).

C'est évidemment par des essais multiples, par des tentatives d'explications et des essais de théorie qu'ont procédé les expérimentateurs. Les tubes à limaille ont donc déjà varié à l'infini de nature et de forme. Drude a fait usage de petites vis en fer; Bose, de spirales platinées; Tissot a employé de petits fragments de fil de fer de 2/10 de millimètres coupés par tronçons de un demi à un millimètre de longueur, fragments et électrodes bien décapés, et pour les radio-conducteurs peu sensibles à limailles magnétiques (fer ou nickel oxydé), il a pu, et après lui MM. A. Blondel et G. Dobkévitch, augmenter la sensibilité en les soumettant à l'action d'un champ magnétique réglable, dirigé suivant son axe; M. Popof, des grains d'acier à plusieurs états superficiels d'oxydation dans un tube de verre où sont collées de petites bandes de platine, et il place dans son circuit un téléphone et une pile sèche. Branly a employé, soit des colonnes de billes d'acier pleines, dont les diamètres variaient depuis $3^{m}/^{m}$ jusqu'à $50^{m}/^{m}$, soit des colonnes de billes d'aluminium ; et il a constaté que ces colonnes étaient aussi sensibles que les meilleurs tubes à limaille. Il forma ensuite des colonnes de disques de 4^{cm} de diamètre, en fer, acier ou aluminium superposés comme les disques d'une pile de Volta. Comme les tubes à fine limaille, ces divers systèmes éprouvent des variations de résistance, brusques

et croissantes par la force électromotrice de piles de 25, 50, 100 volts, puis par l'action d'étincelles électriques à distance ; enfin ils retournent par un choc à leur résistance initiale.

Ces colonnes de billes ou de disques révèlent le rôle de la nature du métal que ne font pas soupçonner les tubes à limaille. Entre deux surfaces métalliques, bien nettes, bien propres, bien polies, il peut — selon la nature des métaux au contact, voire pressés, — exister ou non une résistance parfois considérable. Le zinc, le cuivre, l'argent, le laiton doivent toujours entrer dans un contact électrique pour que la résistance opposée au passage du courant soit minimum; si, au contraire, le fer, l'acier, l'aluminium, le bismuth, l'étain, sont reliés ensemble ou appliqués l'un sur l'autre, la résistance à vaincre est importante. D'autre part, celle-ci augmente dans le radio-conducteur, avec sa distance au poste expéditeur et peut ainsi devenir — relié à une pile sèche — un milliampèremètre de 10 ohms, résistance initiale, 10,000 ohms; à 2,000 ohms l'aiguille de l'ampèremètre dévie légèrement dans les deux sens (Popof). M. Tissot, avec ses électrodes en fer et sa limaille magnétique bien propre, avec des fragments de carbure de calcium, trouve au tube une résistance, sans champ magnétique, de 300,000 ohms pouvant atteindre 500,000 ohms, ou tomber à 1,000 ou 2,000 ohms avec un champ magnétique. M. Branly a mis en lumière les variations de résistance des métaux, elles ont une importance générale et d'autre part, ne permettent pas d'adopter la théorie de Lodge : ce savant anglais n'explique-t-il pas les variations de conductibilité sous l'influence des ondes électriques par le groupement des particules métalliques de limaille, leur orientation spéciale ! Des disques homogènes et solides ne peuvent nullement satisfaire à cette hypothèse; et cependant

eux aussi, au contact, opposent au passage du courant une résistance qu'influencent l'onde électrique et le choc. Des phénomènes d'influence à distance, très puissants surtout par la décharge des condensateurs, des étincelles qui se perçoivent entre les particules du tube à limaille en fonctionnement par une source puissante et qui proviennent d'extra-courants locaux... : voilà peut-être le mécanisme complexe de ces faits déjà si utilisés d'ailleurs. Nous sommes loin des 40, puis des 120 mètres signalés par Branly en 1890 d'abord, en 1895 ensuite, pour la réception à distance des ondes ; Marconi a fait, l'an dernier, traverser la mer, à 50 kilomètres, à sa pensée, rendant d'Angleterre un légitime hommage à M. Branly, en France; puis le lieutenant de vaisseau Tissot, entre l'île d'Ouessant et l'île Vierge, enfin en pleine mer, a atteint 30, 42, 65, 80 kilomètres. M. Popof a pu, entre Hotka et Hoflandt, à 47 kilomètres, même par des temps de neige où l'on ne se voyait pas à 2 mètres, envoyer en 84 jours, 440 télégrammes bien perçus, dont un de 107 mots, sauvant un navire enfermé dans les glaces, et notamment 27 pêcheurs enlevés sur un glaçon.

Le récepteur, le tube à limailles, est simple en lui-même, mais à l'heure actuelle combien compliqués les accessoires, marteau frappeur, relai, sonnerie, télégraphe Morse et appareil imprimant... Aussi le radioconducteur téléphonique de M. Popof ou l'*auto-décohérateur* de charbon, de chaînes de charbon, signalée récemment par M. Tommassina paraissent devoir ouvrir une ère nouvelle à la télégraphie sans fils. L'adhérence des grains de charbon après l'action de chaque onde hertzienne cesse sans l'intervention d'aucune action, même électrique, et automatiquement. La poudre de charbon employée d'abord fut celle des microphones des stations téléphoniques suisses : on en

introduit une très petite pincée entre deux charbons cylindriques de 5 m/m de diamètre, qui entrent à frottement doux dans un tube de verre et que l'on peut rapprocher plus ou moins. Il fallait parfois encore le choc, mais en employant le radio-conducteur décrit plus haut, il est inutile.

On a cherché à séparer les signaux des différents postes en établissant une *syntonie* ou résonnance entre les oscillations électriques de haute fréquence émises par chaque oscillateur électrique et la période d'oscillation propre de l'organe récepteur destiné à recevoir les signaux correspondants; on peut encore accorder ensemble deux fréquences artificielles beaucoup plus basses que celles du transmetteur et du récepteur, arbitraires et indépendants des antennes, telles que la fréquence des charges de l'antenne et celles des vibrations d'un téléphone sélectif avec tube à vide, analogue au monotéléphone de M. Mercadier (A. Blondel).

M. Tommasi a eu l'idée, étant donnée la distance de transmission variable avec la distance explosive, d'avoir deux transmetteurs presque égaux, dont l'un émettra des signaux quelconques pour dérouter un récepteur intrus et dont l'autre, légèrement plus puissant, impressionnera le récepteur du véritable destinataire. M. Paul Gégon, par des proportions déterminées et facultatives des fils radiateur et collecteur, envoie des dépêches qui ne peuvent être reçues que par le poste voulu.

— M. Paul Jégou a imaginé un nouvel appareil qui n'a pas pour but d'assurer le secret des messages transmis, mais seulement de faire en sorte que plusieurs appareils récepteurs se trouvant dans le rayon des ondes et munis de ce nouvel appareil, le poste intéressé à la dépêche reçoive seul la dépêche, c'est-à-

dire que l'on puisse télégraphier sans fil avec un poste déterminé, sans que les autres récepteurs placés dans la zone d'action enregistrent quoi que ce soit. Ce nouvel appareil permettra donc d'installer des postes de télégraphie sans fil à distance variable et de ne communiquer qu'avec celui qui est intéressé à ce message. Cet appareil est basé sur ce double fait que la distance franchie par les ondes hertziennes augmente avec la longueur du fil radiateur, et que, plus le fil collecteur est long, plus le cohéreur est sensible. Il donne donc aux fils collecteurs des différentes stations réceptrices des longueurs plus ou moins longues, tandis qu'au poste expéditeur il fait varier la longueur du fil radiateur suivant la station à laquelle il veut envoyer un message.

Sur la sensibilité maxima des cohéreurs employés pratiquement dans la Télégraphie sans fils (1).

« M. le lieutenant Tissot a signalé un élégant dispositif pour augmenter la sensibilité des cohéreurs peu sensibles à limailles magnétiques (fer ou nickel oxydé), en les soumettant à l'action d'un champ magnétique réglable, dirigé suivant son axe.

« Bien que le phénomène ait une apparence magnétique, nous expliquons par une simple cause mécanique l'augmentation au contact entre les limailles et entre les limailles et les électrodes que produit leur attraction mutuelle. Nous obtenons en effet le même résultat, sans aimant, avec n'importe quelles limailles sensibles (alliages d'argent par exemple) placées dans le cohéreur régénérable décrit antérieurement par l'un

(1) Note de MM. A. Blondel et G. Dobkévitch, présentée par M. A. Cornu, à l'Académie des Sciences.

de nous (1), en augmentant la hauteur de la limaille contenue dans l'intervalle des électrodes, ce qui a pour effet d'augmenter la pression entre limailles et entre limailles et électrodes. C'est même d'après ce principe que nous réglons à volonté la sensibilité de notre cohéreur, en y introduisant plus ou moins de limailles contenues dans le réservoir coudé, sans laisser pénétrer l'air extérieur humide.

« Pour accroître encore ces sensibilités et les régler à volonté, nous avons recours simplement à l'abaissement de la tension critique de cohérence du tube (2).

« En effet, les conditions que doit remplir un cohéreur sont les suivantes :

« 1° Pour qu'un tube puisse enregistrer convenablement des signaux, il faut que la force électromotrice de la pile sur laquelle il travaille reste franchement au-dessous de cette valeur critique;

« 2° Pour qu'il soit sensible, il faut que la force électromotrice produite par les ondes dépasse cette valeur;

« 3° Pour qu'il ne se détériore pas, il faut que le courant établi au moment de la cohérence reste au-dessous d'un certain maximum (1 milliampère en général);

(1) A. Blondel, *Sur les Cohéreurs*. (Note présentée au Congrès de Nantes de l'Association française en 1898.) M. Branly a indiqué, vers la même époque et indépendamment de nous, des combinaisons également sensibles, fondées sur l'emploi de limailles d'or ou d'alliages d'or.

(2) Par ces mots, nous désignons la force électromotrice qui, appliquée continuellement, empêche le tube de se décohérer nettement par le choc. Cette valeur, empirique plus que parfaitement définie physiquement, dépend, pour chaque cohéreur, de la nature des métaux des électrodes et des limailles et de leur degré d'oxydation.

« 4° Pour qu'il décohère nettement et n'épuise pas la pile, il faut que le courant qui traverse le tube après un choc soit une très faible fraction du courant précédent; autrement dit, il faut qu'une faible force électromotrice appliquée produise une grande variation relative de résistance.

« Si on appelle E la force électromotrice maxima produite par l'antenne, E' celle de la pile, E_0 la tension critique, R la résistance du relais et du circuit, tube non compris, *r* et *r'* les résistances du tube décohéré, puis cohéré, I le courant maximum admis, *n* un nombre de l'ordre de 10, les conditions précédentes se traduisent par les inégalités caractéristiques

$$E' < E_0 < E,$$
$$\frac{E'}{R + r'} < I,$$
$$\frac{R + r'}{R + r} < \frac{I}{n},$$

que l'on peut toujours théoriquement satisfaire en faisant E', E_0 R et $\frac{r'}{r}$ assez petits.

« On accroît donc la sensibilité avec une antenne donnée, en abaissant le plus possible la valeur critique par l'emploi d'électrodes ou de limailles peu oxydables, sous de faibles pressions, et en mettant en circuit avec le tube une pile de faible force électromotrice et un relais de faible résistance intérieure. On peut alors supprimer la résistance supplémentaire ajoutée en série avec le relais pour réduire le courant et amenée ainsi à un maximum la variation relative de résistance produite par la cohérence ou la décohérence du tube. On n'est limité dans l'abaissement de E et de E' que par la nécessité de conserver une valeur

assez faible à $\frac{r'}{r}$ tout en faisant E_0 très petit; c'est à ce point de vue que les limailles de métaux inoxydables employés entre électrodes inoxydables ne conviennent pas pour la construction pratique des cohéreurs, parce que leur résistance varie trop lentement avec la force électromotrice appliquée (1).

« Nous obtenons de cette façon avec une pile O. Keenan de 0,5 volt, travaillant sur un cohéreur de 0,8 à 1,0 volt de tension critique et un relais à cadre mobile de 100 à 200 ohms, une sensibilité et une régularité très supérieures à celles que donnent les éléments Leclanché de 1,5 environ, employés d'ordinaire sur des tubes d'au moins 2 volts de tension critique et des circuits de plus de 1000 ohms. Le dispositif est encore plus parfait si l'on emploie, au lieu de pile, un potentiomètre placé sur un élément d'accumulateur; on peut alors abaisser autant qu'on le veut la tension critique par le réglage du cohéreur et régler la force électromotrice du circuit en conséquence au moment même d'opérer.

« Ce dispositif, déjà décrit il y a dix-huit mois dans un pli cacheté déposé par l'un de nous, résout complètement, croyons-nous, le problème du réglage et de la sensibilité maxima des cohéreurs, surtout si on le combine avec le transformateur de Marconi qui élève la force électromotrice produite sur le tube par l'antenne. »

(1) Les chiffres cités par M. Branly dans une récente Note (*Comptes-rendus*, 17 avril) au sujet des tubes à or pur justifient cette manière de voir et montrent une fois de plus la nécessité d'une légère oxydabilité superficielle des limailles ou des électrodes pour la bonne marche d'un cohéreur pratique.

Sur l'emploi de nouveaux radio-conducteurs pour la télégraphie sans fil (1)

« Dans les expériences que nous avons poursuivies à Brest l'an dernier, nous avons pu obtenir des communications très nettes par télégraphie sans fil entre Ouessant et la côte (22 km), en faisant usage des tubes à limaille de M. Branly et d'appareils réalisés avec le concours de M. Ducretet. Nous avons pu donner à ces tubes la sensibilité voulue par l'emploi de limaille de nickel oxydé ou d'acier (acier chromé ou acier au tungstène); malheureusement, cette sensibilité était peu durable, et parfois même variable dans le cours d'une même expérience.

» En outre, le réglage des tubes ne laissait pas que d'être assez délicat.

» Nous avons réussi à modifier ces radio-conducteurs de manière à accroître notablement leur sensibilité moyenne tout en augmentant leur durée, et à obtenir une sécurité complète de réception des signaux.

» La modification, très simple, consiste en principe à placer le radio-conducteur dans un champ magnétique dont les lignes de force sont parallèles à l'axe du tube. Le tube doit contenir de la limaille magnétique, acier de différentes variétés, nickel, cobalt. Les électrodes peuvent être constituées soit par un métal non magnétique (argent ou platine par exemple). Les résultats généraux restent sensiblement les mêmes, quels que soient les procédés employés pour créer le champ et orienter les grains de limaille.

» On peut, par exemple, soit se servir d'électrodes d'acier légèrement aimanté à l'avance, soit employer des électrodes de fer doux placées dans des bobines,

(1) Note de M. C. Tissot, présentée par M. Lippmann.

soit employer un aimant permanent, un petit fer à cheval, pour créer le champ voulu.

» Un procédé commode pour l'observation consiste à se servir d'électrodes non magnétiques, et à placer le tube tout entier entre les pièces polaires d'un électro de Ruhmkorff faiblement excité.

» On constate d'abord qu'il est possible d'écarter énormément les électrodes du tube sans cesser d'obtenir un radio-conducteur sensible. La distance des électrodes du tube ordinaire varie de $0^{mm}5$ à 1^{mm} environ.

» Avec un champ magnétique assez faible on peut écarter les électrodes à 6^{mm} ou 8^{mm} l'une de l'autre.

» Un pareil tube, à électrodes scellées, ne s'impressionnait en l'absence du champ qu'à une distance de $0^{m}15$ d'une sonnerie qui, excitée par un élément Leclanché, donnait une étincelle d'extra-courant. Avec un champ convenable, le même tube devenait sensible à $3^{m}50$ dans les mêmes conditions.

» Le retour par choc demeure aisé lorsque le champ n'est pas trop intense. Il reste d'ailleurs, toutes choses égales, d'autant plus facile à obtenir que le courant qui parcourt le tube est plus faible.

» En se servant de tubes à électrodes magnétiques, fer doux ou nickel, il est commode, pour l'application à la télégraphie, de créer le champ en disposant au-dessus du tube un petit aimant en fer à cheval. En éloignant ou rapprochant cet aimant, on fait varier le champ à volonté et on obtient la sensibilité voulue. On obtient aisément des tubes sensibles à 5^{m} et 6^{m} de la sonnerie type (1). Ces tubes, dont le retour à la résistance primitive est net, se conservent fort longtemps

(1) Pour obtenir la communication d'Ouessant au littoral, nous avons fait usage de tubes sensibles à 2^{m} de la sonnerie type.

sans altération, surtout si l'on a pris soin d'en chasser complètement l'humidité.

» De pareils tubes nous ont permis de recevoir des signaux du *Masséna,* bâtiment de l'escadre du Nord, à une distance de 18 milles (33km) avec des antennes de 30m seulement.

» Nous avons pris des radiographies de ces tubes qui montrent nettement quelle est la disposition de la limaille capable d'assurer à la fois la sensibilié et la stabilité du radio-conducteur.

» L'action du champ paraît d'ailleurs purement mécanique et se comprend aisément sans faire appel à aucun phénomène nouveau. Elle est intéressante au point de vue de l'application à la télégraphie sans fil, à cause de la facilité de réglage qu'elle permet d'obtenir, même avec des tubes à électrodes scellées dont on peut amener aisément la sensibilité au point voulu.

» En supprimant le champ, le tube est ramené à sa résistance primitive par un choc extrêmement léger (des trépidations imprimées à l'appareil suffisent même), de sorte qu'en produisant le champ auxiliaire à l'aide d'un électro commandé par un relais, on arrive à obtenir un récepteur très sensible où le frappeur peut être supprimé.

— « Dans une récente Note, nous signalions un dispositif destiné à accroître la sensibilité des cohéreurs et à en faciliter le réglage. La pratique du procédé nous a permis d'obtenir des résultats qui paraissent devoir être signalés. Nous avons pu obtenir, en effet, avec de pareils cohéreurs, des communications d'une netteté parfaite à une distance de 33 milles (61km), entre un cuirassé et le phare du Portzic. Pour préciser les conditions de l'expérience et donner une idée de la sensibilité obtenue, j'ajouterai que les antennes du

poste d'émission et du poste de réception avaient chacune une hauteur totale de 30^m seulement.

» La bobine employée comme transmetteur était un transformateur Wydts et Rochefort.

» Les communications n'ont pas consisté en la transmission de signaux intermittents, mais bien en l'échange de phrases complètes, télégraphiées en clair et interprétées au Morse par des matelots télégraphistes.

» Ce résultat, qui nous donne la certitude de résoudre à brève échéance et d'une manière pratique, le problème des communications par télégraphie sans fils entre bâtiments, et entre bâtiments et sémaphores, a été obtenu sans l'emploi d'aucun des dispositifs spéciaux brevetés par M. Marconi.

» A ce point de vue, il paraît déjà intéressant.

» Mais il présente un autre intérêt, car il semble démontrer, d'une manière induscutable, non certes la supériorité, mais les excellentes qualités des tubes employés.

» Or, ces tubes présentent les particularités suivantes :

» La limaille magnétique, obtenue à l'aide d'une râpe très propre et *aussi peu oxydée que possible*, est aussitôt tamisée et enfermée jusqu'au moment de l'emploi des tubes scellés et bien secs.

» Les électrodes qui sont en fer (ou variétés) sont décapées avec soin à la toile émerisée. On fait, immédiatement après le remplissage, le vide dans le radioconducteur et, par surcroît de précaution, on enferme dans une ampoule latérale quelques fragments de *carbure de calcium*. Dans de pareilles conditions, la circonstance que les électrodes et la limaille sont *oxydables* ne paraît devoir jouer qu'un rôle restreint dans le phénomène.

» En fait, l'intérieur du tube étant parfaitement sec,

la surface des électrodes et les grains de limaille restent aussi brillants après plusieurs semaines qu'au moment de la fermeture du tube.

» Ces radioconducteurs à électrodes polarisés possèdent la propriété précieuse de présenter, suivant l'heureuse expression de M. Blondel, une tension critique de cohérence variable à volonté par simple variation du champ magnétique.

» On peut, en effet, sans cesser d'obtenir des signaux parfaitement nets, c'est-à-dire en conservant la même sensibilité et une égale facilité de retour, mettre sur le *même tube* des forces électromotrices variant de 0^{volt}, 5 à 4 volts.

» J'ai signalé autrefois à la Société de Physique le fait que les tubes les plus sensibles présentent toujours une légère conductibilité. Le fait, qui, je crois, a été constaté aussi par M. Branly, est très apparent avec les tubes à électrodes polarisés convenablement réglés.

» La résistance d'un appareil tube, sans champ magnétique, dépasse généralement 300,000 ohms et atteint parfois 500,000 ohms.

» Avec le champ voulu, cette résistance tombe à des valeurs comprises entre 1,000 ohms et 2,000 ohms seulement.

» Dans les conditions d'emploi, le relais cesse de fonctionner lorsque la résistance du tube atteint 3,000 ohms et fonctionne franchement quand cette résistance tombe au dessous de 1,500 ohms.

» L'action de l'onde fait tomber la résistance du tube à des valeurs d'autant plus faibles que son intensité est plus considérable.

» Pour une action très énergique, c'est-à-dire lorsque le transmetteur est près, la résistance tombe aux environs de 5 ohms ; à mesure que le transmetteur s'éloigne,

la résistance du tube cohéré croît très rapidement et dépasse bientôt 400 ohms à 500 ohms.

» Aux distances limites, qui ne paraissent pas d'ailleurs avoir été atteintes dans les expériences de communication mentionnées, la résistance tombe seulement à 1,500 ohms. Ces résistances, qui sont celles que prend le tube à circuit ouvert (au moment de la cohérence), ne paraissent nullement d'ailleurs conserver les mêmes valeurs lors du fonctionnement normal. L'accroissement brusque d'intensité du courant qui résulte de la chute relative de résistance semble avoir pour effet, entre certaines limites que je me propose de déterminer, d'augmenter encore la chute de résistance, ce qui permet la marche régulière de l'appareil. »

Sur la syntonie dans la télégraphie sans fils (1)

« Jusqu'ici, on n'a cherché à séparer les signaux des différents postes qu'en établissant une *syntonie* ou résonnance entre les *oscillations* électriques de haute fréquence émises par chaque oscillateur électrique et la période d'oscillation propre de l'organe récepteur destiné a recevoir les signaux correspondants. C'est ainsi qu'ont opéré Lodge, Marconi, Tietz, etc.

» Marconi, par exemple, cherche à proportionner la self-induction et la capacité de l'antenne d'émission à celles de l'antenne de réception ou du circuit transformé secondaire sur lequel agit son jigger.

» Cette méthode n'a pas eu de résultats bien probants jusqu'ici, par suite du fait que les oscillations de l'antenne d'émission sont très vites amorties et n'ont pas le temps de donner lieu à l'établissement d'une véritable résonnance au poste récepteur. On sait du reste par les expériences de Victor Bjerknes et les

(1) Note de M. A. Blondel, présentée par M. A. Cornu.

théories de M. Poincaré que par suite de cet amortissement excessif, tout récepteur, qu'elle qu'en soit la période propre, répond aux signaux, sans sélection bien sensible, contrairement à ce qui se produit pour le son avec les résonateurs de Helmholtz. D'ailleurs, le dispositif syntonique de Marconi est d'un réglage difficile, purement empirique, et exige autant d'antennes réceptrices qu'il y a de périodicités différentes pour les signaux à recevoir, puisque chaque antenne ne peut recevoir qu'une périodicité à la fois.

» Le système de Lodge, bien que plus facile à régler, présente des inconvénients analogues et ne se prête pas encore jusqu'à présent à la réalisation de transmission à grande distance.

» J'ai indiqué, dans un pli cacheté déposé il y a deux ans et dont je prie l'Académie de vouloir bien prendre connaissance si elle le juge utile, un autre procédé de synchronisation qui consiste à accorder ensemble non plus les fréquences des oscillations électriques propres du transmetteur et du récepteur, mais deux fréquences artificielles beaucoup plus basses, tout à fait arbitraires et indépendantes des antennes, à savoir la fréquence des charges de l'antenne et celle des vibrations d'un téléphone sélectif, tel que les monotéléphones de M. Mercadier.

» Je m'exprimais dans les termes suivants :

» *Emploi du téléphone comme appareil récepteur.* — Au lieu d'un relai actionnant un appareil Morse ou une sonnerie, on peut, avec les tubes à vide, employer un téléphone placé en dérivation comme ce relai et traduire directement en lettres les signes Morse reçus. Cette modification qui n'a pas encore été proposée simplifie énormément les appareils, étant donné surtout qu'actuellement la vitesse d'inscription obtenue est très faible à cause du cohéreur; elle augmente

beaucoup la sensibilité, car il n'y a pas de relai plus sensible qu'un téléphone. Elle permet enfin de différencier les relais comme on le verra ci-dessous...

» On place en série avec le téléphone, une batterie de piles insuffisante pour rompre seule la résistance du tube à vide, mais suffisante pour produire un courant à chaque passage d'un courant oscillatoire dans le tube. Le téléphone rend alors un son à chaque émission de signal par la station génératrice et ce son est déterminé par le nombre de charges par seconde de l'antenne génératrice.

» A faible distance, les courants de l'antenne réceptrice peuvent être assez forts pour qu'il suffise de placer le téléphone en série avec l'antenne réceptrice sans interposition de tube à vide.

» L'avantage des deux derniers modes d'emploi du téléphone c'est qu'on peut faire varier la hauteur de son par la fréquence des émissions d'ondes à la station génératrice. On peut ainsi différencier très aisément diverses stations d'émission, et même, en employant des téléphones spéciaux qui ne répondent qu'à un son donné, réaliser des récepteurs sélectifs.

» Ces dispositifs pourront rendre des services importants dans une série d'applications où il s'agit plutôt d'émettre des signaux que de faire de la télégraphie. Par exemple, les navires faisant le service entre la France et l'Amérique pourraient adopter des sons très différents suivant qu'ils vont dans un sens ou dans l'autre et avoir des récepteurs accordés sur le son des navires qu'ils risquent de croiser et insensibles à leurs propres signaux, etc,

» Il suffit de maintenir la fréquence de l'interrupde la bobine bien constante et égale à la fréquence forte du récepteur.

» Le tube détecteur auquel je faisais allusion était

un tube à vide de Geissler, à larges électrodes presque en contact ; mais le dispositif n'est en rien modifié par l'emploi d'autres tubes à décohérence spontanée, tels que les cohéreurs à charbon signalés plus récemment par MM. Tommasina, Hughes, etc., et qui sont d'ailleurs bien plus sensibles (1).

» L'intérêt théorique de cette méthode réside dans son analogie avec la synchronisation d'un pendule par percussions périodiques, si magistralement étudiée par M. Cornu dans un mémoire aujourd'hui classique. En effet, chaque groupe d'ondes de haute fréquence, rapidement amortie, agit en bloc comme une simple percussion sur le téléphone à vibrations lentes ; celles-ci restent d'ailleurs sensiblement sinusoïdales grâce à l'inertie. On voit qu'il n'y a par conséquent aucune difficulté à appliquer au poste récepteur les dispositifs de télégraphie multiple si ingénieux de M. Mercadier.

» On peut enfin dans le récepteur remplacer l'élasticité mécanique par une élasticité électrique de la manière suivante :

» On monte un tube détecteur en série sur une antenne et l'on relie en dérivation à ses bornes un circuit comprenant le téléphone, avec au besoin une self-induction additionnelle, et la pile, qu'on shunte par un condensateur. On règle la capacité de celui-ci de façon à réaliser la condition connue

$$\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 LC = 1,$$

en appelant T la fréquence des charges de l'antenne

(1) J'ai du reste prévu cette modification dans un pli plus récent (n° 6206, 30 avril 1900). Il convient de rappeler que l'emploi du téléphone pour déceler les ondes électriques, mais sans emploi de tube détecteur, a déjà été indiqué il y plusieurs annéées par M. Colson et par M. Narkévitch Jodko.

d'émission ; le circuit formé par le tube, le téléphone et le condensateur est alors en résonnance ou plutôt en pseudo-résonnance avec le poste d'émission et l'on peut en tirer parti soit pour sélectionner les signaux avec un téléphone quelconque, soit pour renforcer l'effet sélectif d'un monotéléphone de même fréquence.

» Les circuits récepteurs de fréquences différentes peuvent être montés aux bornes d'un même tube, mais il vaut mieux les monter sur des tubes différents placés sur des antennes distinctes. De cette manière un même poste peut correspondre à la fois avec un nombre quelconque d'autres postes et les signaux échapper à la perception de tout poste non accordé pour les recevoir. »

Télégraphie photo-électrique

M. Carl Zickler, de Brunn, trouve que le radioconducteur Branly peut recevoir les ondes venues circulairement de partout, qu'on peut en outre facilement les arrêter. — Branly a démontré qu'il fallait pour cela, de l'eau salée ou un métal enveloppant hermétiquement et complètement le tube à limaille. — L'interception et la connaissance des signaux, existent dans tous les systèmes de télégraphie, c'est pourquoi il existe des langages chiffrés. Mais, dit encore M. Zickler, un transmetteur-radiateur, excitateur, condensateur en décharge permanente — produisant des étincelles contraires empêcherait toute réception de signaux. Aussi, s'est-il proposé de trouver des rayons invisibles, permettant des transmissions secrètes, et il a réalisé sa « *télégraphie photo-électrique* » d'après le principe suivant, également dérivé des travaux de Hertz : *Les rayons ultra-violets lumineux produisent des décharges électriques*. Par exemple, on écarte suffisamment les

électrodes sphériques d'un appareil d'induction en activité pour que la décharge ne se produise plus, et l'on fait alors tomber des rayons ultra-violets sur les électrodes et le trajet des étincelles: celles-ci se reproduisent immédiatement. Une lampe à arc électrique à lumière riche en lumière ultra-violette placée à une distance de un à deux mètres de la voie des étincelles, frappant surtout la cathode, permet de réaliser l'expérience.

On supprime la lumière visible en enfermant dans une boîte la lampe à arc et on dirige *dans un seul sens* les rayons actifs par une ouverture appropriée ; on concentre les rayons ultra-violets sur l'appareil d'induction récepteur par des lentilles, non en verre qui les absorberait, mais en quartz. Le passage des rayons-signaux est réglé par des plaques de verre de la station de départ et qui s'ouvrent ou se ferment à volonté. Ce passage, long ou lent, permet absolument comme avec le tube à limaille, des signaux analogues à ceux du télégraphe Morse, identiques même, car on peut relier à l'appareil d'induction les accessoires voulus et qui sont ceux de la télégraphie sans fils ordinaire. A l'œil, cette transmission optique spéciale ne se peut constater, puisque la rétine ne l'aperçoit pas.

La distance de réception primitivement d'un ou deux mètres a été obtenue beaucoup plus grande par la matière et la forme des électrodes et la nature de l'espace qui les entoure. C'est une sorte de tube de Crookes particulier qui est l'appareil récepteur. En avant, il est fermé par une plaque en quartz plano-parallèle, et les deux électrodes sont fondues dans le verre, à deux points opposés et en face l'une de l'autre ; l'une est sphérique et d'un très petit diamètre; l'autre est un petit disque incliné pour que les rayons pénétrant par la plaque de quartz la frappent facilement. Ces électrodes

sont en platine ou recouvertes de platine et distantes de 5 à 10 millimètres. La raréfaction dans le tube a un « certain degré », dit l'auteur. La lame antérieure de quartz porte un petit cylindre avec une lentille en quartz mobile afin de recevoir les rayons sous forme de faible et petite tache lumineuse ovale. Il faut un certain nombre de stations transmettant de proche en proche les signaux; les ondes hertziennes sont d'ailleurs dans le même cas.

Ce nouveau système, qui ne semble pas encore être sorti du laboratoire de son auteur se différencie de la télégraphie optique parce qu'il s'agit de rayons invisibles. La transparence de l'atmosphère est inutile, mais il peut y avoir arrêt par des obstacles multiples, des rayons ultra-violets, beaucoup plus facilement que des ondes hertziennes. Les surfaces métalliques se modifient sous l'action de la lumière ultra-violette : récemment décapées, elles perdent plus facilement leur électricité négative qu'après un certain temps d'usage (H. Buisson). Je crois qu'à 50 kilomètres en mer, la courbure terrestre ferait arrêter ces rayons par l'eau salée, alors que les ondes passent.

Essais en ballon

MM. Joseph Vallot, Jean et Louis Lecarme, ont expérimenté en ballon, le transmetteur étant à l'usine à gaz du Landy (plaine Saint-Denis) et le récepteur à limaille d'or dans le ballon avec une antenne pendante, un fil de cuivre isolé de 50 mètres environ ; jusqu'à 800 mètres de hauteur et à 6 kilomètres de distance, les signaux furent bien perçus.

« Nous avons profité d'un ascension aérostatique faite par l'un de nous (M. J. Vallot) dans le but de prendre part aux observations météorologiques inter-

nationales du 12 mai, pour continuer les expériences que nous avions entreprises l'été dernier au mont Blanc (1).

« L'objet de la présente expérience était de chercher s'il est possible de communiquer par le moyen des ondes hertziennes entre la terre et un ballon libre, à grande distance, et *sans aucun conducteur* reliant le récepteur avec la terre. Comme il s'agissait d'abord de savoir si des signaux pouvaient être reçus dans ces conditions, nous avions placé le récepteur dans l'aérostat, laissant à terre les appareils transmetteurs, tant à cause de leur poids que du danger d'inflammation du gaz par les étincelles de la bobine.

« *Description des appareils.* — Le poste transmetteur était disposé à l'usine à gaz du Landy (plaine de Saint-Denis), à une centaine de mètres du ballon au départ. Il se composait d'une batterie de dix accumulateurs, d'un manipulateur, d'un interrupteur pilon (système Lecarme) et d'une bobine de $0^{m}40$ d'étincelle, munie d'un oscillateur à boules de $0^{m}04$ de diamètre. Un des pôles de la bobine était en communication avec le sol, et l'autre avec une antenne composée d'un fil de cuivre isolé, de 40^{m} de long, suspendu à un ballonnet captif de 50^{mc}.

« Les appareils étant ainsi disposés, l'étincelle se trouvait réduite à $0^{m}01$ de longueur, et la production des ondes électriques était maxima pour un écartement des boules de 15^{mm}.

« MM. Lecarme s'étaient chargés de la manipulation et du réglage de ces appareils.

« Le récepteur (2) était placé dans le ballon et fut

(1) *Comptes rendus*, décembre 1899.

(2) La place est trop mesurée pour que nous puissions décrire le nouveau récepteur, système Lecarme, muni d'un radioconducteur Branly à limaille d'or.

[illegible] de faible [illegible] certain [illegible] proche [illegible] ailleurs dans [illegible]

[illegible] encore être [illegible] différence de la [illegible] invi[illegible] inutile. [illegible] multiples. [illegible] facilement que [illegible] se mo[illegible] lumière ultra-violette ; récem[illegible] plus facilement leur élec[illegible] un certain temps d'usage (1). [illegible] kilomètres en mer, la cour[illegible] ces rayons par l'eau salée. [illegible]

Essais en ballon

[illegible] Jean et Louis Lecarme, [illegible] le transmetteur étant à [illegible] Saint-Denis) et le ré[illegible] ballon avec une antenne [illegible] de 30 mètres envir[illegible] et à 6 kilomètres [illegible] bien perçus.

[illegible] profité d'un ascensi[illegible] faite par l'un de nous (M. J. Vallot[illegible] prendre part aux observations mét[illegible]

ement
ement
le pro-
rmaux
ar une

e, em-
pareil
tes les

avons
l entre
e sen-

l'Aéro-
uite de
allot et
ballon
expé-

appar-
sont
Popof,
». Il a
ns dans
aminant
transmis-
très bons
t de toute
a terre; la
terre crée

12

d'ailleurs une dissymétrie qui n'est pas sans inconvénient avec les bobines ordinaires; sans doute des bobines du type Wydts et Rochefort se comporteraient mieux à cet égard (1). Il est inutile de munir l'antenne d'une capacité à la partie supérieure; il ne semble pas qu'il y ait une relation simple entre la longueur de l'antenne et la distance de la communication. Pour le récepteur, il convient de ne pas employer des tubes trop sensibles; M. Tissot obtient de très bons résultats avec des tubes de sensibilité moyenne, mesurée par la méthode de M. Branly; ces tubes reviennent mieux que les autres; le relai préféré est le relai Claude à cadre mobile ».

Pour parer aux effets de l'électricité atmosphérique, l'antenne réceptrice, dont la hauteur a jusqu'ici varié de 20 à 6 mètres, est avantageusement mise en communication constante avec la terre par une dérivation constituée par une bobine de self-induction; on évite d'ailleurs la fermeture constante à travers la terre sur le relais en coupant la communication de l'antenne avec le radio-conducteur par un condensateur; l'inclinaison et l'orientation de l'antenne ne semblent pas avoir grande influence.

Les premiers essais de télégraphie sans fils en Bel-

(1) M. O. Rochefort, notre collègue de la Société, disais-je à la *Société des Gens de Science*, le 16 octobre 1900, m'a écrit que ses appareils avaient servi au lieutenant Tissot, et m'avait demandé un rendez-vous chez moi pour me documenter; ne l'ayant pas vu, je ne pus que lui donner acte de son dire, en indiquant la source où je puisai ces derniers détails (Bulletin de la *Société Française de Physique*, 19 janvier 1900). Depuis, j'ai eu chez lui, l'occasion de voir des appareils anciens ayant servi à M. Tissot, et d'autres nouveaux, dont je ne suis pas autorisé à donner la description et qui lui étaient destinés. D'ailleurs, en les *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences* du 21 mai 1900, que nous venons de reproduire, M. Tissot rend hommage au transformateur Wydts et Rochefort.

gique entre le poste de la Panne, sur la côte belge, et le paquebot *Princesse Clémentine* ont donné d'excellents résultats. Un premier message a été transmis du paquebot, peu après son départ de Douvres, soit à une distance de 110 kilomètres de la côte belge, Dix-sept autres ont suivi. De son côté, le paquebot a pu faire parvenir deux réponses.

Au point de vue pratique, il est à noter que le commandant du paquebot, averti télégraphiquement que le brouillard s'élevait près de la côte, a pu forcer la vitesse de son navire et éviter un retard. Il a pu, en outre, annoncer au service de la marine l'heure exacte de l'arrivée au port.

On a établi, en Allemagne, la première communication, au moyen de la télégraphie sans fils entre un phare et la côte : il s'agit de la communication qui a été installée par le *Norddeutscher Lloyd* avec le feu flottant de l'île de Borkun : cette île se trouve dans la baie où se jette l'Ems, et le feu flottant dont il est question est à 21 milles plus loin en mer. On a dressé à terre, près du phare de l'île un mât de 38 mètres, tandis qu'on a prolongé d'une dizaine de mètres le mât du bateau. Le service se continue depuis plusieurs mois et à la satisfaction générale.

Aux Philippines, aux Etats-Unis, la transmission des fils s'implante.

Au Japon, la télégraphie sans fils doit fonctionner à 125 milles avec des bobines d'induction ne comportant pas moins de 201 kilomètres de fils et pesant 680 kilog. sous une différence potentielle de 2 millions de volts, la décharge oscillatoire donnera une étincelle de 1,12 m. de longueur, en trait ondulé bleuâtre. Les récepteurs sont en proportion des transmetteurs.

— On a pensé que les signaux électriques, dans la télégraphie sans fils, pouvaient bien être transmis

encore plus par la terre ou par l'eau que par l'air entre les deux antennes d'émission et de réception et l'on cherche déjà à ne plus employer que la terre ou l'eau comme conducteurs, en s'appliquant à trouver par des instruments nouveaux les couches de même niveau électrique qui serviraient de base aux postes télégraphiques ou téléphoniques de l'avenir.

Signalons enfin les curieuses expériences de sir William Preece, devant la British Association, à Londres, avec son système d'adaptation de la télégraphie sans fils à la *téléphonie sans fils,* de celles d'un inventeur allemand, M. Rosemberg, qui aurait, dit un quotidien étranger, exposé et expérimenté publiquement, à Londres également : la *télégraphie de poche.*

« M. Rosemberg avait invité la presse anglaise et étrangère à assister à une série d'expériences scientifiques tenant de la fantasmagorie et de la prestidigitation. L'exhibition a eu lieu au Crystal Pallace.

« Le système de tétégraphie sans fils de M. Rosemberg repose sur une simple modification de l'appareil de Marconi. L'ingénieux perfectionnement a laissé intact le transmetteur de Marconi, se bornant en quelque sorte à aimanter son récepteur qui attire vers lui et arrête net, à travers l'air, les ondes électriques hertziennes. Les communications télégraphiques sont transmises comme d'ordinaire par un oscillateur.

« M. Rosemberg a démontré qu'il pouvait se promener dans les rues de Londres, entrer dans un établissement quelconque, sans cesser d'être en communication télégraphique avec d'autres personnes munies de son appareil. C'est ainsi que chaque jour, lorsqu'il quitte son bureau pour aller déjeuner au restaurant, l'inventeur emporte sous son bras ou dans sa poche une petite boîte contenant un minuscule récepteur télégraphique. » Ceci, sous toutes réserves.

— Les nations souvent soumises, à l'heure présente, aux câbles anglais qui laissent passer ce qu'ils veulent... comme relations diplomatiques, pourront s'en délivrer par les postes de télégraphie sans fils. D'autre part, entre certaines îles il est très difficile d'établir des câbles sous-marins, à elles aussi conviendra le nouveau mode de transmission : Ouessant, qui est dans ce cas, vient d'être relié à Brest.

— La science et la pratique ont donc largement depuis un an bénéficié des progrès de la télégraphie sans fils. L'humanité n'y a pas perdu non plus, puisqu'au sauvetage, de 1899, de pêcheurs, sur les côtes d'Angleterre, s'ajoutent les 27 emportés en pleine mer sur un glaçon et sauvés par M. Popof et ses aides en janvier 1900.

CHAPITRE VIII

TRACTION ÉLECTRIQUE

Dispositifs de prise de courant sur câble souterrain pour traction électrique. — Trolley souterrain. — Locomotives électriques. — Ferry-boats électriques en Amérique. — Emploi des accumulateurs pour la propulsion des navires. — Tramway électrique du Bois de Boulogne. — Voitures électriques. — Nouveau canot électrique. — Freinage électrique.

Dispositifs de prise de courant sur câble souterrain pour traction électrique

Le système que nous allons décrire vient d'être expérimenté avec succès à Turin et a été imaginé par

deux ingénieurs italiens, MM. Arno et Caramagna. Il comprend un conducteur souterrain placé au niveau des traverses supportant les rails de la voie, et des boîtes de prise de courant destinées à distribuer ce courant à la dynamo du véhicule. L'emploi de boîtes de prise de courant a déjà donné lieu à des accidents graves quand, par suite de circonstances fortuites, une personne circulant sur la voie dérivait le courant sur elle, en marchant par mégarde à la fois sur la boîte et le rail servant de conducteur de retour. Il est donc nécessaire, au point de vue de la sécurité publique, que les boîtes de prise soient agencées de telle sorte que ces accidents ne soient plus possibles, et la solution qui semble préférable est celle qui ne permet une communication entre le dessus de la boîte de prise et le conducteur souterrain qu'au moment même où le dispositif de captage du véhicule vient en contact avec la boîte de prise du courant. C'est la solution qu'ont adoptée MM. Arno et Caramagna. Les boîtes de prise sont disposées entre les deux rails, leur partie supérieure affleurant le sol; le câble d'amenée du courant les traverse à leur partie supérieure et en est complètement isolé, de telle sorte qu'en temps ordinaire les boîtes ne sont pas traversées par le courant. Dans l'intérieur de la boîte se trouve un balancier de contact qui servira à mettre le dessus de boîte en relation avec le conducteur au moment voulu. Le dessous de la caisse du véhicule est muni d'une tige de captage aimantée. Quand elle arrive en contact avec la boite de prise, le balancier est attiré, établit la communication entre le câble et le dessus de la boîte, et le courant peut passer de la tige dans la voiture. Une fois le véhicule passé et que la tige a quitté le couvercle de la boîte, le balancier revient à sa position primitive, le contact cesse, le couvercle de la boîte est de nouveau

isolé et les personnes qui circulent sur la voie le peuvent en toute sécurité.

— Un autre coffret de prise de courant pour automobiles électriques est assez semblable comme aspect à ces petits édicules auxquels nous sommes déjà habitués sur la voie publique : boîtes à lettres, distributeurs automatiques, avertisseurs d'incendie, etc. Il se compose d'un socle scellé dans le sol et donnant accès aux câbles d'alimentation; d'un fût de diamètre comparable à celui des candélabres à gaz et enfin du coffret proprement dit, de sorte que l'appareil atteint une hauteur totale de $1^{m}90$ au-dessus du sol.

Les câbles d'alimentation traversent le fût, protégés par deux fourneaux métalliques et aboutissent à un coupe-circuit bi-polaire placé sur un tableau situé dans le coffret. Au dessus de ce tableau fixe se trouve un compteur « à payement préalable », basé sur ce principe que pour avoir du courant, il faut déposer dans l'appareil un jeton ou une pièce de monnaie.

On peut alors, mais alors seulement, fermer simultanément deux coupe-circuits établis en série sur le circuit général, intérieurement au compteur. Le circuit se trouve coupé automatiquement dès que la quantité d'énergie correspondante au jeton a été fournie.

Trolley souterrain

Les trolleys aériens n'ayant rien d'esthétique, on vient à Paris, entre la place Pereire et la gare Montparnasse, de placer le conducteur le long de la voie dans un caniveau pratiqué sous l'un des rails qui est double, afin de laisser passer la tige fixée sur le côté de la voiture et qui porte le trolley. Une ossature en fonte formée d'anneaux elliptiques d'un mètre de lon-

gueur, avec des capes de 0^m45 et 0^m35, et remplis de plaques de tôle et de béton coulé, renferme un espace vide où passe le trolley. Des godets isolés sont placés en face de chaque regard, tous les 4^m20. Les regards sont fermés par une plaque métallique démontable. Le caniveau se relie tous les 100 ou 150 mètres aux égouts de la ville pour assurer l'écoulement des eaux de pluie et des saletés passant par la fente du double rail.

Cependant, il faut, qu'il s'agisse de trolleys aériens ou souterrains, ne pas dépasser certaines limites. Pour les transports de force par courants électriques, le voltage ne doit guère excéder 10,000 volts. A 20,000 volts, les lignes commencent à devenir lumineuses la nuit ; à 40,000 volts, la perte est déjà sensible ; à 60,000 volts, le pouvoir isolant de l'air devient tout à fait insuffisant. Quant à la distance, on peut aller sans difficulté jusqu'à 200 kilomètres ; au delà de ce chiffre les pertes de courant et les dépenses d'établissement des lignes sont telles que leur construction n'est plus pratique.

Locomotives électriques

Le problème de la traction électrique sur de longs parcours et à grande vitesse est-il résolu ?

Oui, si l'on s'en rapporte aux affirmations des ingénieurs en chef des grandes Compagnies de chemins de fer qui ont assisté récemment aux expériences faites sur la ligne de Lyon, sous la haute direction de M. Bandry, à la Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée, essais qui confirment ceux de la Compagnie de l'Ouest, avec la locomotive *La Fusée* de M. Heilmann, ou encore celles de la Compagnie d'Orléans, avec huit locomotives pesant de 55 à 56 tonnes.

La machine qui a servi de type aux dernières expé-

riences a été construite dans les ateliers de la P.-L.-M. sur les plans de M. Duvert, ingénieur. Sa forme est bizarre. Elle rappelle un fourgon de corbillard retourné. L'avant finit en bec d'anche de clarinette. A l'arrière de la locomotive est une cabine fort bien installée où opèrent les deux mécaniciens-conducteurs. Sur les deux essieux des roues sont placés deux électromoteurs d'une puissance totale de 611 chevaux-vapeur. Ils peuvent supporter facilement la force électrique de 700 ampères donnant une vitesse de 500 tours à la minute. Derrière la locomotive se trouve un fourgon contenant 192 couples d'accumulateurs reliés par des fils conducteurs aux électro-moteurs des essieux. A l'avant de la locomotive se trouvent dix-huit couples d'accumulateurs pour la marche de la machine si elle est seule, c'est-à-dire détachée du fourgon.

La première sortie du train électrique a eu lieu le 6 novembre 1897. Depuis, les expériences ont été renouvelées toutes les semaines et des améliorations successives ont été apportées à la locomotive jusqu'à ce que le type actuel ait été réalisé.

Cette locomotive électrique est construite pour effectuer un travail représentant la moitié de celui demandé aux machines des trains rapides. Elle pèse 44,500 kilogrammes et a traîné successivement 147,000 kilogrammes à la vitesse de 45 kilomètres à l'heure et 100,000 kilogrammes à la vitesse de 100 kilomètres à l'heure.

Sans augmenter sensiblement le poids de la machine, en plaçant simplement quatre électro-moteurs sur les essieux, au lieu de deux, la nouvelle locomotive électrique traînera 200,000 kilogrammes (ce qui représente le poids moyen d'un train express chargé) à la jolie vitesse de 100 kilomètres à l'heure.

— Le Métropolitain de Paris inauguré en juillet 1900 est une application très utile pour relier Vincennes à la porte Maillot, par la traction électrique.

— A Moscou, les tramways électriques fonctionnent, de même sur certains canaux recourt-on à la traction électrique; la ligne Bourse-St-Josse de Bruxelles a des voitures d'omnibus électriquement déraillables. Certains ponts tournants sont mus par l'électricité. D'autre part, la soudure des rails qui se fait électriquement, les joints qui peuvent se faire exactement; quant à la conductance par l'appareil portatif de Lord Kelvin, le nettoyage électrique des moteurs des tramways,.. ils apportent encore leur appoint à la traction électrique collective.

— La locomotive électrique à crémaillère de la Yungfrau passe pour être, dans son genre, le plus puissant engin du monde. Les deux moteurs qui l'actionnent ont chacun une puissance de 125 chevaux et tournent à 800 tours à la minute.

— La traction électrique permet sur les voies ferrées des allures bien plus rapides que la traction à vapeur. On pourra y atteindre des vitesses de 160 à 240 kilomètres à l'heure. Tandis qu'avec la traction à vapeur, un train composé d'une locomotive, d'un fourgon et de quatre voitures, on constate en moyenne un poids mort de 3 tonnes 1/2 par voyageur; avec des automobiles électriques isolés, ce poids s'abaisse à 2 tonnes; c'est déjà une économie de près de 50 0/0 sur la puissance demandée à la locomotive. Si la force est produite par une station centrale, on obtient une économie de 40 0/0 de combustible qui serait indispensable à la locomotive pour fournir le même travail; cette économie sera encore augmentée en raison de la réduction du poids mort obligatoire. D'autre part, on ne

peut dépasser, avec les locomotives à vapeur, certaines vitesses qui conduiraient à des mouvements de piston par trop rapides. Les trains électriques sont donc en même temps plus légers, susceptibles de rouler plus vite et plus économiques.

Ferry-boats électriques en Amérique

Une Compagnie va mettre en service plusieurs ferry-boats mus par l'électricité entre Philadelphie et Camden (Pensylvanie). Les avantages du nouveau système sont multiples. Les batteries pourront être chargées pendant que le ferry-boat sera accosté à son slip, sans perte de temps. Ce système de propulsion demande aussi bien moins de place que des chaudières et que tout l'appareil d'une machine à vapeur; donc autant de gagné pour le transport des marchandises. Sans compter que, sur un ferry-boat, la machine est toujours sous pression, même quand le bateau est inactif à son slip, ce qui occasionne une dépense considérable de combustible, perte inutile qui sera complètement supprimée avec les nouveaux bateaux. Enfin, plus de cheminée, un équipage plus réduit et moins de vibrations. Tous les organes de transmission aboutiront à la chambre du pilote, et de là le capitaine pourra lancer ou stopper le bateau directement sans avoir besoin du concours du mécanicien comme sur les bateaux à vapeur, ce qui offrira des avantages comme rapidité et sécurité, puisque les ferry-boats ont besoin d'être manœuvrés très rapidement, leur service les faisant naviguer dans des parages très fréquentés.

Sur l'emploi des Accumulateurs pour la Propulsion des Navires

Dans un article publié dans *Engineering Magazine* de juin 1899, M. C.-T. Child envisage la possibilité d'employer les accumulateurs non seulement sur les torpilleurs, mais aussi sur les bateaux qui, comme les « ferry-boats », ont des arrêts fréquents.

Pour ces derniers bateaux, il semble en effet qu'il puisse y avoir économie à substituer l'électricité à la vapeur. Avec un moteur à vapeur, il y a une perte considérable de combustible pour le maintien de la pression de la chaudière pendant les stationnements du bateau, stationnements dont les durées constituent généralement une fraction importante du temps de service; en outre, comme les arrêts sont ordinairement très fréquents, le bateau ne peut prendre sa vitesse maximum que pendant une faible portion de son parcours, de sorte que la machine ne fonctionne le plus souvent que sous faible charge; enfin, il y a lieu de tenir compte que les machines de faible puissance utilisées pour la propulsion des ferry-boats ont généralement un assez mauvais rendement. Avec un moteur électrique alimenté par une batterie, on éviterait tout gaspillage d'énergie pendant les stationnements, puisque le moteur serait toujours prêt à fonctionner; de plus, la dépense d'énergie serait constamment à peu près proportionnellement à la puissance requise pour la propulsion du bateau, quelle que soit cette puissance.

Reste à savoir si le poids d'accumulateurs nécessaire et si la dépense d'établissement ne sont pas prohibitifs.

Le poids d'accumulateurs dépend nécessairement de

la durée que l'on veut donner à la décharge. Les essais faits sur les accumulateurs utilisés sur les voitures automobiles, montrent que pour une décharge de cinq heures il faut 32 à 37 kilog. par cheval-heure et, en se basant sur des essais faits récemment à Londres sur une batterie de 600 kilog. d'une voiture de livraison, M. Child arrive aux chiffres suivants pour les poids par cheval et par cheval-heure pour différents régimes de décharge de cette batterie :

Durée de la décharge	Poids par cheval	Poids par cheval-heure
—	—	—
h.	kilog.	kilog.
20	400	20
10	275	27.5
6	206	34.5
3	40	46.5
1	77.5	77.g

En admettant pour les moteurs, circuits, contrôleurs, etc., un poids de 9 kilog. par cheval, et en supposant un rendement de l'installation de 80 °/o, M. Child arrive aux chiffres suivants pour les poids totaux par cheval et par cheval-heure :

Durée du service	Poids par cheval	Poids par cheval-heure
—	—	—
h.	kilog.	kilogr.
20	510	34
10	332	36.3
6	265	47.6
3	184	71.6
1	106	106

Pour la propulsion par machine à vapeur, les poids de la machinerie rapportés à l'unité de puissance seraient de :

Durée du service	Poids par cheval	Poids par cheval-heure
—	—	—
h.	kilogr.	kilogr.
20	47	2.2
10	36	3.6
6	31	5.4
3	28	9
1	26	26

Si l'on prend une durée de marche de 6 heures, durée normale de la décharge des batteries d'accumulateurs d'automobiles, on voit que pour la même puissance, le poids de la machinerie devrait être environ six fois plus grand avec l'électricité qu'avec la vapeur. Mais M. Child fait observer que, ainsi que nous le disions plus haut, la machinerie des ferry-boats a un assez mauvais rendement et que la différence n'est pas alors aussi grande que l'indiquent les chiffres précédents. Il estime que la machinerie d'un des ferry-boats qui font le service entre New-York et Jersey City, d'une puissance de 1,500 chevaux indiqués et d'un poids de 60 à 70 tonnes, pourrait être remplacé avantageusement par un équipement électrique de 80 tonnes, dont 72 tonnes d'accumulateurs et 8 tonnes de moteurs et accessoires.

Quant au prix de revient d'un ferry-boat équipé électriquement, M. Child l'estime de 250,000 à 300,000 francs, soit environ moitié en plus du prix de revient, 187,500 francs, d'un ferry-boat. Mais, suivant l'auteur, cette augmentation des frais d'établissement se trouverait rapidement amortie par l'économie résultant de la diminution des frais d'entretien du navire dont la coque n'aurait plus à subir de trépidations nuisibles, et surtout par l'économie dans la consommation de charbon, évaluée à 4 tonnes au moins par jour, en supposant l'électricité nécessaire à la

charge des accumulateurs produite par une usine fonctionnant toujours à pleine charge.

Il est difficile de discuter les chiffres, relatifs à l'exploitation, donnés par M. Child, sans connaître parfaitement les conditions du service des ferry-boats de New-York. L'*Eclairage électrique*, qui reproduit les assertions de M. Child, n'est pas aussi catégorique, il estime néanmoins que malgré leur poids considérable d'accumulateurs et leur prix de revient élevé, les ferry-boats électriques peuvent être aussi économiques que les ferry-boats à vapeur.

D'ailleurs, la question de substitution de la propulsion électrique à la propulsion à vapeur sur les bateaux-mouches parisiens a été étudiée sérieusement et après cette étude, une Compagnie a demandé l'autorisation d'établir un service électrique dans la partie aval de Paris. Il est vrai que la Compagnie compte tirer une partie de ses bénéfices de la vente de l'énergie à la navigation électrique de plaisance qui ne manquerait pas de se développer si des facilités de ravitaillement lui étaient offertes.

A propos de l'article de M. Child il convient encore de rappeler qu'une solution un peu différente de la sienne a été proposée il y a plus d'un an dans *The Electrical World* pour la propulsion électrique des ferry-boats. Cette solution consistait à installer une machine à vapeur de puissance moitié moindre que celle ordinairement installée, et, en même temps, une batterie d'accumulateurs et un moteur électrique de même puissance. La machine à vapeur fonctionnerait constamment sous pleine charge : pendant les stationnements, elle chargerait la batterie ; pendant la marche, elle actionnerait le bateau, la batterie fournissant l'excédant de puissance requise pour la marche à grande vitesse.

A priori, ajoute l'*Eclairage électrique*, ce mode de propulsion mixte semble devoir être plus économique que la propulsion par la vapeur seule. Il aurait sur la propulsion par l'électricité seule, l'avantage de n'exiger qu'une batterie de faible poids, puisque cette batterie ne fonctionnerait que d'une façon intermittente et dans d'excellentes conditions de rendement; il est vrai que la consommation du charbon par unité d'énergie utilisée pourrait alors être plus élevée que dans les cas d'une propulsion purement électrique.

Tramway électrique du Bois de Boulogne

Ce tramway à traction mixte par trolley et contacts superficiels, système Vedovelli, est appliqué de la porte de Neuilly à Saint-Cloud. La ligne est divisée en neuf tronçons. Le plot en prise opère par sa mise en circuit le déclanchement du plot précédent. Les plots de contacts sont tous les 3 mètres avec distributeurs au nombre de dix dans les boîtes en fonte situées en bordure de la voie. Si le contact manque un plot, le plot qui vient d'être quitté n'est pas désamorcé, il se produit alors un court-circuit dans les plombs fusibles, la voiture s'arrête et le véhicule ne peut jamais franchir un plot qui n'a pas fonctionné normalement.

« D'une manière absolue, dit M. X. Gosselin, on peut compter qu'au cours même de l'exploitation, un défaut, s'il se produit, se révélera de lui-même et qu'on sera dans l'obligation d'y apporter de suite le remède, Tous les systèmes de tramways à contacts n'offrent pas cette sécurité.

» L'utilisation des distributeurs comme commutateurs et jamais comme interrupteurs assure, comme nous l'avons déjà fait remarquer, la suppression des

arcs d'établissement ou de rupture de courant dans les appareils.

» Il en résulte une très grande sécurité de fonctionnement à l'égard des dérivations de courants qui peuvent se produire sur la ligne entre les plots et la terre quand l'isolement des contacts est défectueux.

» Nous avons pu faire passer une voiture sur des plots sur lesquels nous avions établi à dessein une dérivation artificielle laissant passer environ quatre-vingts ampères en supplément de la charge normale. Les ruptures d'arc se faisant sur la barre de contact, les appareils distributeurs supportaient fort bien la surcharge. »

Les Voitures électriques

En France, les automobiles avec 500 kilogrammes d'accumulateurs, peuvent faire 100 kilomètres.

— En Autriche, une épreuve d'essai très intéressante de fiacres automobiles a eu lieu à Vienne. M. Peyron, préfet de police, le docteur Waas, M. Kionast, conseiller de préfecture, et le commandant des pompiers, M. Muller, ont suivi les essais. Dans deux fiacres électriques, ils partirent de l'Hôtel de Ville et, par les principaux quartiers de la ville intérieure, après des tours et des détours dans les rues les plus étroites, revinrent au point de départ. Les essais ont donné les meilleurs résultats. Les véhicules se sont admirablement comportés. Ils sont chargés pour un parcours de 50 kilomètres. Les juges ont surtout été étonnés de la facilité avec laquelle se meuvent les voitures, partant et s'arrêtant immédiatement; ils ont envisagé la construction d'une pompe à incendie électrique.

— Des stations électriques pour le chargement des

accumulateurs des automobiles ont été récemment établies entre Oxford et Londres.

— Un constructeur de Berlin a imaginé un *omnibus à accumulateurs* qui, porteur d'un frotteur analogue à celui des tramways électriques, utiliserait les canalisations aériennes dans les rues où existent déjà des railways électriques. — Par un couplage des conducteurs, il recharge en même temps la batterie d'accumulateurs ; de la sorte, il allège beaucoup le véhicule et, d'autre part, supprime complètement les pertes de temps nécessitées par la recharge des batteries.

Fixées sur l'avant-train du véhicule, deux petites roues à boudins permettent d'utiliser les rails de tramways pour diminuer l'effort de traction. Lorsqu'on abandonne les rails, le mécanicien abaisse le trolley, relève les roues à boudins et dirige la voiture comme un automobile ordinaire. — Les quatre roues sont motrices, indépendamment les unes des autres et actionnées chacune par un moteur à 4 chevaux. Le poids total du véhicule est de 6500 kilogrammes, et, dans ce poids, il faut compter 1500 kilogrammes d'accumulateurs répartis en 200 éléments.

— Un moteur de la force de 20 chevaux permet de faire marcher un camion électrique d'une allure de 5 kilomètres et demi à l'heure et de monter des côtes à 7 0/0 à une allure de 3 kilomètres et demie. Son poids est de 12 tonnes, châssis et accumulateurs compris, et comme il peut transporter 10 tonnes de charge utile on arrive au poids formidable de 22 tonnes.

Ce camion réalise un progrès considérable sur les camions à chevaux, car il supprime un grand nombre de bêtes de trait ; aussi la raffinerie Say qui l'a inauguré, estime à plus de 20,000 francs par an, l'économie que lui fait faire ce camion, entretien et accumulateurs compris.

L'Automobilisme appliqué à la Chirurgie. — L'hôpital de Chicago vient de mettre en service une voiture d'ambulance électro-mobile, dont la vitesse peut atteindre 25 kilomètres à l'heure. Si les essais sont satisfaisants, la substitution de la traction électrique à la traction animale sera chose faite en ce qui concerne les voitures d'ambulance de cette ville. La même question est à l'étude à New-York, et, au sujet des services que peut rendre l'automobile électrique dans certaines circonstances, le *Bulletin de la Société des Ingénieurs Civils* relate le fait suivant qui ne manque pas d'originalité :

Un chirurgien de New-York avait à faire une opération radiographique à domicile, son client étant trop malade pour que le transport puisse se faire sans danger sérieux. Malheureusement ce client habitait dans un quartier éloigné où n'existait aucune prise de courant électrique. Le chirurgien eut alors l'idée d'utiliser la batterie d'accumulateurs du cab électrique qui le transportait, pour fournir le courant dont il avait besoin. Un fil partant de la batterie fut introduit dans la chambre du malade, située au deuxième étage, par la fenêtre et l'opération radiographique réussit parfaitement.

Wagons tracteurs électriques

On a beaucoup remarqué à l'Exposition de Vincennes les wagons électriques de la Compagnie italienne des chemins de fer de la Méditerranée, dont nous publions ici un spécimen. Ce type tend à se généraliser sur tout le réseau des chemins de fer, que nous pourrions appeler d'intérêt local, du nord de l'Italie. — En effet, nous apprenons que les établissements de Ganz, à Budapesth, viennent de terminer, pour le compte de la Com-

pagnie italienne des chemins de fer, l'*Adriatica*, la construction d'un wagon automobile, à moteur électrique, destiné à remplacer la locomotive. Ce wagon, du poids de 55 tonnes, est posé sur deux tréteaux de rotation à quatre essieux; en raison de ce poids, la tension électrique est de 3,000 volts. La force motrice est fournie par un cours d'eau longeant la ligne.

Un wagon projectile. — De Paris à San-Francisco en sept jours,

Le trajet de Paris à New-York, de plus en plus réduit grâce aux accroissements de vitesse réalisés récemment, ne durera bientôt plus que six jours. La traversée du continent américain, de New-York à San-Francisco, peut être effectuée en cinq jours grâce à des trains exceptionnellement rapides, munis d'ailleurs de tout le confort imaginable. Ces trains, qui sont de véritables hôtels ambulants, avec chambre à coucher, salon, salles à manger, salles de bains, vont être, eux-mêmes, mis au rebut et rejetés de la grande ligne.

Le capitaine Becker, de Brooklyn a inventé un véhicule dit wagon-projectile, mû par l'électricité, et courant à la vitesse de 325 kilomètres à l'heure. La construction de ce wagon, qui roulera sur un rail unique, sera incessamment terminée. Il sera expérimenté sur la ligne de New-York à San-Francisco. Si les résultats obtenus répondent aux espérances de l'inventeur, un service entre New-York et San-Francisco fonctionnera dès l'année 1901. L'énorme distance sera franchie en vingt-quatre heures.

Nouveau Canot électrique

Le canot électrique de MM. Smitt et Zoon, à Kinderdijk, dénommé l'*Electronose,* a figuré à l'Exposi-

tion de 1900 au Champ de Mars; il a sur les canots à vapeur, l'avantage d'être très propre, d'une marche sûre et d'un démarrage rapide, car l'énergie électrique étant toujours disponible, il donne un départ immédiat.

Il a 12 mètres de long. L'induit du moteur électrique est monté sur l'arbre de couche, et l'enroulement en est divisé en quatre sections pour permettre le réglage de la vitesse. Les pôles de l'inducteur sont disposés de façon à donner un champ magnétique aussi petit que possible.

La batterie d'accumulateurs se compose de 80 éléments du système Tudor pouvant fournir une capacité de 300 ampères-heures. Le coupleur comporte un manipulateur à 6 positions et un interrupteur-inverseur pour grouper les accumulateurs en parallèle ou en série et donner les différentes vitesses.

La vitesse normale est de 8 nœuds à l'heure et la batterie permet de marcher pendant 4 heures de route.

Freinage électrique

Il a sur le freinage mécanique l'avantage de donner aux roues un serrage plus uniforme et surtout d'atténuer l'espèce de grippement appelé fringalage.

Si on fait passer le courant dans une résistance ap propriée, le moteur électrique fait l'office d'un frein dont la puissance est inverse de la résistance interposée, et, quand celle-ci devient trop minime, on met presque le moteur en court-circuit, ce qui peut arriver à griller l'induit. Ce procédé convient au moteur en dérivation. Quant au moteur en série, il faut changer au moment du freinage le sens de l'enroulement de l'inducteur ou de l'induit pour qu'il puisse devenir générateur tout en tournant dans le même sens qu'il tournait comme moteur.

Le frein Durey, hydro-électrique, exposé au Champ de Mars, utilise la puissance vive d'un liquide sous pression; il est automatique, car toute rupture d'attelage entraîne la rupture du courant électrique. L'énergie nécessaire pour mettre l'eau sous pression est empruntée à la puissance vive du véhicule; il est par suite réglable et coûte moins cher que les freins à air comprimé. Si le fonctionnement d'une voiture est mauvais, le freinage des voitures suivantes n'en est pas moins assuré contrairement à ce qui pourrait avoir lieu pour les freins à air, ce qui est un avantage considérable.

Enfin, on peut avec l'usage de ce frein remplacer les sonnettes d'alarme par un bouton interrupteur que le voyageur pousserait pour arrêter instantanément le train à l'aide du frein hydro-électrique.

CHAPITRE IX

L'ÉLECTRICITÉ A LA GUERRE

Applications de la télégraphie sans fils. — Torpille dirigeable. — Différence entre le cuirassé, autrefois et aujourd'hui. — La navigation sous-marine. — Réalisation du Nautilus. Sous-marins.

Applications de la télégraphie sans fils

La guerre reçoit du fait de la télégraphie sans fils un appoint considérable, par la possibilité de faire exploser à distance sous le sol, dans l'air au moyen

de ballons vides et en profitant de la direction du vent, dans la mer,... des explosifs variés munis de piles et de tubes radio-conducteurs. Ces nouvelles modalités de destruction sont d'autant plus dangereuses que leur présence est moins soupçonnée, les antennes encore nécessaire pouvant être masquées, réduites, dissimulées. Les torpilles fixes, mobiles, portées, automobiles, dirigeables,... peuvent, par l'étincelle du transmetteur, recevoir l'énergie qui les rendra meurtrières. Le *Goubet*, le *Holland*, le *Zédé*, l'*Argonaute*, le *Morse*..,, utilisent l'électricité pour se mouvoir sous les eaux. Les ballons dirigeables électriquement agissent aériennement.

— Aux dernières grandes manœuvres, on a expérimenté une voiture automobile-fanal, susceptible d'éclairer la compagnie sur une distance de trois kilomètres. Au bout d'une colonnette, portée par la voiture, est une lampe électrique à arc, à projecteur, qu'alimente le moteur de la voiture. Ce fanal peut être placé au bout d'un long câble conducteur et assez éloigné de la voiture pour ne pas révéler, par sa position, à l'ennemi le point exact où stationnent les éclaireurs. On peut aussi mettre en cette voiture les accessoires de la télégraphie sans fils.

— Un électricien italien vient d'inventer une cartouche électrique qui serait destinée à remplacer la dynamite et les autres explosifs. Elle serait composée de carbonate de potasse et de chlorate d'ammoniaque en proportions variables. La décharge en serait opérée par l'étincelle électrique produisant un effet électrolytique sur la combinaison chimique. Celle-ci peut être évidemment produite par les ondes électriques de Herz par un radio-conducteur. La manipulation de ces cartouches n'offrirait aucun danger.

Torpille dirigeable

Depuis MM. Jameson Walter et John Trotter, à la torpille genre Witchead, avec voyants émergeants, M. Varicas, ingénieur américain a expérimenté à Yeovil, dans un petit bassin. Un transmetteur Marconi était placé à un bout du lac, et à l'autre une petite embarcation de 1m20 de long avec un moteur électrique donnant à l'hélice une vitesse de 4 nœuds à l'heure. Dans l'embarcation étaient un récepteur et un relais Morse, et une petite antenne. On fermait le circuit, et l'hélice fonctionnant, on donnait, en tournant la manette du transmetteur, la direction au canot. Mais en mer, les vagues au clapotis difficile à vaincre, opposeront peut-être une résistance suffisante pour neutraliser l'énergie transmise ?

Différence entre le cuirassé, autrefois et aujourd'hui

Si l'on se rend à bord d'un cuirassé, et que l'on évoque des souvenirs d'il n'y a pas quinze ans, en se souvenant de l'élégance des formes, de la mâture, de l'armement : coque élancée et haute sur l'eau, sabords nombreux, batteries bien marquées et alignées, éperon formidable, mâts élevés, au lieu de la masse informe actuelle, on reste déçu. L'ensemble de jadis charmait par sa majesté; c'était le colosse sûr de sa force qui cède encore à la coquetterie et se pare pour la victoire. Après l'extérieur, l'aspect du pont. Du haut de la dunette, l'ancien château d'arrière, vous pouviez admirer ce long espace d'une centaine de mètres, bien dégagé et régulièrement coupé par les écoutilles les escaliers, l'emplacement des mâts, les passerelles, les cheminées, les manches

à vent... avec les canons du pont symétriquement disposés devant les sabords ; le tout encadré par les baleinières ou canots hissés et sanglés sur leurs pistolets et par les haubans dont les enfléchures s'en allaient là-haut se rejoindre aux hunes.

On comprenait de suite les dispositions générales, la structure du bâtiment, on prévoyait les actions, les effets de ce magnifique cuirassé lancé à toute vapeur ou encore aidé de ses nombreuses voiles, évoluant et faisant feu de son artillerie de l'un ou l'autre bord.

« Maintenant tout est transformé, dit Georges Dary (*A travers l'électricité*); la science moderne a tout mis en œuvre pour permettre à ce navire de se défendre, d'abord par sa construction extérieure et intérieure, contre le tir rapide et plus précis des canons et des torpilles qui percent les cuirasses les plus épaisses. Illusion, toute cette surface de murailles élevées; pourquoi continuer dans les hauts, pour la simple esthétique, l'harmonie des formes basses? Et le bateau s'est enfoncé, s'est dissimulé le plus possible; il a doublé son déplacement; il s'est sectionné en compartiments nombreux pour assurer sa flottabilité et a recouvert toutes ses parties visibles, ses ponts, de blindages renforcés. L'artillerie se reporte sur le pont ou en une seule batterie; les gros canons sur des tourelles avant, milieu et arrière qui, automatiquement, se tournent vers le point menacé. Plus de voiles, partant plus de mâts inutiles, cibles faciles, dont la chute encombrante venait jeter le désarroi et le désastre sur le navire démantelé, désarmé. Une ou deux colonnes de fer couronnées de petites forteresses superposées les remplacent et, au-dessus, se dresse un mâtereau pour les signaux, avec quelques haubans. Dans ces hunes se placent les projecteurs et l'artillerie de petit calibre, canons-revolvers et hotchkiss. Quelquefois, comme dans le *Neptune*,

une superstructure de tôle surmonte les bastingages afin de protéger les hommes contre l'ébranlement provoqué par les pièces des tourelles tirant en chasse ou en retraite, parallèlement à la coque. Ce n'est plus un navire, cette forteresse, cette bête monstrueuse qui ne montre hors de l'eau que sa carapace d'acier bossuée de tourelles et qui, sournoisement, laisse passer par d'étroites embrasures les gueules formidables de ses canons. Si l'on s'étonne que naguère les sveltes et brillantes caravelles, caraques et vaisseaux des XVIe et XVIIe siècles aient pu naviguer et conserver leur équilibre, comment comprendre que cette masse d'acier puisse flotter, marcher, agir et combattre?

Franchissez la coupée; plus de pont dégagé : des escaliers, des plates-formes, des dunettes, des kiosques et des passerelles, des passages couverts, puis encore des escaliers sombres descendant ou montant, ici aux tourelles, là au blockhaus, plus loin dans les colonnes des mâts militaires.

Dès que vous descendez, c'est l'obscurité; à peine les chambres des officiers ont-elles un peu de jour par des hublots étroits qui affleurent la mer. Ailleurs, il faut toujours de la lumière. Les détours se compliquent, les marches se rétrécissent. On enjambe, on se courbe dans les passages des compartiments étanches qui se multiplient; on se glisse, à travers d'étroites ouvertures, dans le couloir circulaire qui se répète d'étage en étage entre les deux coques dont se compose le bâtiment. Tout est sacrifié à la machine, à la manœuvre des tourelles, à l'artillerie; rien au confort, rien à la beauté, à l'harmonie des formes.

Mais on sent qu'une vie intense circule dans tous ces couloirs et ces compartiments, à tous les étages. Ces chaînes, ces glissières qui sortent de l'obscurité pour y rentrer aussitôt, ces machines, la plupart silencieuses

aujourd'hui, ces fils, ces conducteurs qui courent d'un compartiment à l'autre, ces multiples manipulateurs et tableaux de distribution, ces projecteurs, ces nombreuses lampes dont quelques-unes à peine éclairent quelque coin, cette vapeur qui bruit sourdement..., tout cela indique nettement, même dans une rapide visite, combien doit être grande l'activité au moment du combat, combien doit être immense la tâche de l'électricité, la part qu'elle prend dans ces fonctions de vie d'un navire de guerre actuel. Si la vapeur personnifie encore le mouvement, c'est l'électricité qui est la tête d'où rayonne la pensée. Tel le cerveau reçoit les impressions d'un organe et les lui renvoie par action réflexe en distribuant les sensations dans tout le corps humain, grâce aux nerfs conducteurs, telle l'électricité par des circuits multiples transmet les ordres, la force et la lumière et transforme le navire en un être animé, organisé, qui pense, agit et obéit à la volonté d'un seul. Direction, éclairage, artillerie, projections, transmission d'ordres et signaux, tout est actionné par l'électricité, tout se commande et se contrôle par elle.

Mais cette multiplicité des circuits, des appareils, leur sensibilité, leur extrême utilité, font craindre à beaucoup de nos autorités maritimes un désarroi total au moment du combat.

» Le navire de guerre actuel, disait même un amiral anglais, est comme une grande caisse de fer remplie de machines qui nous feront défaut au moment critique ». Des fils coupés, une machine dérangée, un électro-aimant déréglé, une vis qui manque, et il n'en faut pas davantage pour que le sort du bâtiment soit compromis !

Cela est éminemment vrai, mais il faut se garder d'en accuser l'électricité ; on ne doit pas faire peser sur elle toute cette responsabilité, car c'est encore par com-

munications électriques que l'on obtient le plus de sécurité et le minimum d'avaries graves. Mais nous ne pouvons discuter ici cette délicate question, rechercher les responsabilités et définir les causes réelles d'une fatale éventualité; nous préférons vous guider à travers le labyrinthe de cette usine flottante et vous parler snccessivement des différentes applications de l'électricité que nous y rencontrerons ».

La route est-elle donnée, l'officier de quart la transmet aux timoniers, et le gabier, l'homme de barre, manœuvre la petite roue du serre-moteur, l'œil fixé sur la rose du compas, petite aiguille aimantée, tremblotant dans sa cage vitrée.

A bord du navire, éclairage, signaux, projecteurs,. moteurs, tourelles.,., tout est électrique.

La navigation sous-marine

L'orientation du sous-marin immergé et la conduite de sa route entre deux eaux, est un des problèmes les plus difficiles à résoudre pour la navigation sous-marine. La *Revue technique* présente la question d'une façon particulièrement intéressante, dans une étude publiée récemment.

Disons de suite que si, par temps clair, au moyen de hublots convenablement disposés à la partie supérieure de la coque, on peut, à une profondeur assez faible, réaliser un éclairage intérieur suffisant dans le sous-marin, il ne faudrait pas conclure de là que, par ces mêmes hublots, ou par d'autres placés à l'avant ou sur les côtés, les personnes enfermées dans le bateau vont pouvoir voir tous les objets les avoisinant, en particulier distinguer des corps immergés par l'avant du navire. Des études déjà anciennes et fort approfondies ont montré que l'éclairage intérieur des masses

d'eau de mer est très faible et que de plus la transparence est très imparfaite. Un bateau naviguant par une profondeur d'immersion de 8 à 10 mètres et par un jour très clair a beau maintenir dans le meilleur état de limpidité les vitres de ses hublots, il y voit tout juste et sans netteté absolue dans un rayon de 12 à 15 mètres, autant dire presque qu'il n'y voit pas du tout et que sa myopie est si intense, qu'elle frise l'aveuglement.

Une solution spécieuse à première vue avait été rêvée, munir le sous-marin d'un puissant projecteur électrique qui enverrait par l'avant une gerbe de lumière suffisante pour éclairer la route jusqu'à 50 ou 60 mètres au moins.

Il ne faut pas réfléchir bien longtemps pour voir combien cette solution est utopique et même impossible scientifiquement parlant.

Nous n'insisterons pas sur la difficulté créée d'abord par la nécessité de l'installation à bord des lourds et encombrants appareils générateurs et projecteurs de lumière, — nous allons simplement montrer que, fussent-ils installés, ils seraient parfaitement inutiles et même nuisibles.

On sait, en effet, et chacun en a fait l'expérience, que, lorsqu'un faisceau lumineux traverse une masse atmosphérique obscure, ce n'est pas en se mettant dans ce faisceau, ni surtout dans son prolongement qu'on peut voir les objets qu'il éclaire, mais seulement en prenant position latéralement à une certaine distance de façon à regarder, sans être aveuglé, sous un angle assez grand avec la direction du faisceau. Dans le cas qui nous occupe, si un projecteur était placé à l'avant, par exemple, d'un sous-marin, l'équipage de celui-ci placé dans le prolongement du faisceau en arrière de la source lumineuse, au lieu d'y voir à quelques mè-

tres seulement, ne verrait plus rien du tout que la lueur blanche projetée au sein de laquelle il serait incapable de distinguer un objet quelconque.

Nous n'insisterons pas sur cette idée une fois sérieusement émise, mais abandonnée ensuite et avant même la déception d'expériences qui eussent été piteuses.

Donc, le sous-marin par lui-même n'y voit pas clair *et ne peut pas y voir clair;* il faut donc qu'il s'en passe (1). Quels vont être alors ses moyens de direction ?

Nous en distinguerons immédiatement de deux espèces applicables et appliquées, suivant que le sous-marin navigue à une profondeur assez grande ou qu'il se tient presque à l'affleurement, ne laissant au-dessus de sa coque que quelques décimètres d'eau.

Dans le premier cas, le navire devra aller complètement à l'estime et, ayant pris avant de s'immerger une direction convenable, s'occuper seulement de ne pas dévier de cette direction et de faire route en ligne droite.

La question se pose alors de le munir d'instruments de route aussi parfaits, aussi délicats que possible et sur les indications précises desquels il puisse absolument compter.

Le premier de ces instruments, dont l'idée se présente d'elle-même, est assurément le compas. On a donc muni le sous-marin d'un compas bien réglé et très sensible. Dès le premier essai, cependant, on s'est aperçu que celui-ci ne donnait pas aussi entièrement

(1) Disons *ne peut pas*, quant à présent. D'après le *Novoïé Vrêmia*, l'attaché naval russe en Amérique, lieutenant baron Fersen, vient de procéder aux essais d'une lampe sous-marine à arc, d'une intensité de 2,000 bougies. Cette lampe permet notamment de photographier avec succès les profondeurs de la mer. Des épreuves très nettes ont été obtenues jusqu'à 60 mètres de profondeur.

satisfaction qu'on avait pu l'espérer. Il semblait, — et cela était un peu évident, même *a priori*, — ne pas se comporter de la même façon que dans les circonstances où il est employé d'ordinaire.

En fait, le compas d'un sous-marin se trouve placé à l'intérieur d'une coque métallique fermée de toutes parts et à proximité d'un moteur électrique et de courants puissants fort capables, peut-être, de l'influencer sinon de le fausser complètement.

Il faut donc redouter dans la marche d'un tel compas, pour se prémunir contre eux, des troubles anormaux dont les principales causes peuvent être :

1° Les courants produits normalement par le moteur électrique ;

2° Les courants anormaux circulant dans certaines parties inconnues de la coque par suite de défauts d'isolements ;

3° L'alimentation permanente ou passagère de la coque si celle-ci est faite d'un métal magnétique.

Réalisation du Nautilus. — Sous-marins (1)

A Cherbourg, en décembre 1900, le sous-marin *Morse* a évolué. D'un déplacement de 146 tonnes, c'est un long fuseau d'une longueur de 36 mètres et d'un diamètre de 2m70. A l'avant se trouve un tube lance-torpilles, à l'arrière est le moteur ; du tube au moteur s'étend un long couloir ayant en abord deux rangées d'accumulateurs superposés ; au centre, au-dessous du kiosque du commandant auquel on accède par une échelle en fer, une

(1) *L'Esprit scientifique contemporain* (Dr Foveau de Courmelles, Paris, 1899) mentionne les expériences du *Nautilus*, de Fulton (6 juillet et 17 août 1801), qui ont plus tard inspiré Jules Verne (*Vingt mille lieues sous les mers*) et aujourd'hui pratiques.

partie dépourvue d'accumulateurs dans laquelle se trouvent tous les organes de vision et de conduite du navire aussi bien dans le plan horizontal que dans le plan vertical ; au plafond, deux trous d'hommes, l'un aboutissant à l'arrière sur une sorte de plate-forme étroite à claire-voie, sous laquelle l'eau circule, et élevée d'une trentaine de centimètres au-dessus de la coque, l'autre donnant dans le kiosque du commandant, qui lui-même s'ouvre au sommet par un trou d'homme. Toutes ces ouvertures s'obturent hermétiquement, se fermant de l'intérieur. Le poste du commandant possède trois petits hublots.

C'est du kiosque que le commandant commande la manœuvre à la surface; lorsque le bateau est immergé. on le dirige au moyen du périscope, dont le sommet domine la mer jusqu'à une profondeur de 6 mètres. Cet appareil très ingénieux permet de voir tout ce qui se présente dans son champ de vision et peut tourner sur lui-même de façon à examiner tout l'horizon.

— L'*Argonaute* peut fonctionner comme sus et sous-marin, filant 8 nœuds à la surface et 6 au fond. Son réservoir d'air est suffisant pour 48 heures, et l'emploi de bioxyde de sodium (p. 126) pourrait rendre indéfini le séjour sous l'eau. Comme moteurs, il a 2 machines à gazoline et un moteur auxiliaire de 5 chevaux pour l'éclairage et la projection de l'avant, c'est une dynamo de 3 kilowats.

CHAPITRE X

APPLICATIONS DIVERSES

L'électricité par les résidus des villes. — La tondeuse électrique. — Pompe électrique. — Distribution d'énergie à l'agriculture. — Pendule électrique. — Serrure électrique. — Fouet électrique. — L'électricité à la chasse. — Les électro-aimants utilisés pour soulever les fardeaux. — Chasse-neige électrique.

L'Electricité par les résidus des villes

Après la ville de Hambourg, voici dans « l'Institution of Civil Engineers », de sir Douglass Fox, la description d'un certain nombre d'installations dans lesquelles la production de la vapeur est obtenue par la combustion des détritus des villes. La plus ancienne et la plus importante de ces installations est celle de Shoreditch. On y a brûlé en 12 mois plus de 6,000 t. de refuse dont 92 0/0 étaient constituées par les ordures ménagères, le reste était formé de papier, paille, etc. On brûle ces matières dans douze fours Manlowe-Alliott, chauffant autant de chaudières Babcock et Wilcox.

Les détritus, à leur arrivée à la station centrale, sont pesés, puis mis dans des camions que deux monte-charges électriques élèvent jusqu'à une plateforme.

Ces camions sont déchargés dans des récipients placés au-dessus de chaque four. On reçoit par jour 80 à 90 t. de ces résidus. Il n'est pas nécessaire d'ajouter du combustible à cette matière parce que la température des fours est maintenue de 800 à 1,000° C. Les cendres forment 32 0/0 du poids de matières employées : on les

utilise pour faire du béton et par leur mélange avec du ciment de Portland on en fait un pavage excellent.

Trois pompes à moteurs électriques refoulent l'eau d'alimentation dans un réchauffeur d'où elle passe dans de grands réservoirs cylindriques placés à 6 mètres en contre-haut des chaudières dans lesquelles l'eau pénètre par différence de niveau.

La vapeur produite est presque complètement employée à la production de l'énergie électrique et, pendant l'année qui vient de s'écouler, la station de Shoreditch a fourni à la consommation plus d'un million de kilowatts-heures.

Partant de l'idée de l'auto-distillation des gadoues préconisée par M. de Bonardi, M. Lauriol a utilisé l'incinération des gadoues pour la production de l'électricité à Gloucester.

La Tondeuse électrique

Elle a été imaginée dans le but de couper la laine des moutons et a été expérimentée avec succès en Angleterre. On peut avec cette tondeuse opérer une douzaine de peaux par heure, et cela avec une dépense de courant très minime. L'appareil se compose essentiellement d'un fil de platine irridié tendu entre deux pinces fixées à un bloc réfractaire porté par une poignée isolante. La poignée est munie de deux conducteurs souples pour le passage du courant. Quand on lance ce dernier, le fil rougit; et en passant rapidement l'appareil sur la peau la laine est fauchée sans qu'il en résulte d'inconvénients pour la laine ou la peau de l'animal. Le courant nécessaire pour faire fonctionner l'appareil est de 60 ampères sous 4 volts.

— Un appareil à peu près identique permet de ne plus couper les cheveux; on les brûle.

Dans un peigne se trouvent dissimulés deux conducteurs électriques aboutissant chacun à une borne; entre les deux bornes on tend un fil de platine. Un cordon souple et bien maniable apporte le courant aux deux conducteurs du peigne. Aussitôt le platine rougit et devient incandescent. Pour raccourcir les cheveux, le coiffeur prend son peigne et, à l'aide du fil à haute température, il sectionne partout où le fil passe. Il lui faut un peu d'habitude pour maintenir les dents du peigne entre le cuir chevelu et le fil incandescent.

Ce nouveau procédé présenterait, selon les spécialistes américains, de réels avantages. D'abord, l'outil coupe toujours et n'a pas besoin d'être repassé. Ensuite, la section du cheveu par la chaleur est très supérieure à celle de l'outil d'acier, car, dit-on, la partie du cheveu qui reste n'éprouve aucune déperdition de « suc capillaire ». Enfin, l'instrument étant toujours purifié par le feu, la coupe est antiseptique.

— A l'inverse de l'épilation ou de la tondeuse électrique, on pourrait (?) — dit un journal de Madrid — colorer les lèvres, les cheveux, en les imbibant d'une solution oxydante et en passant ensuite une brosse, un peigne métallique relié à une électrode de pile, l'autre électrode étant sur la nuque.

Pompe électrique

Près de Genève fonctionne une pompe centrifuge, faisant 600 tours à la minute et actionnée par deux alternateurs à courant biphasé, d'une force de 2,000 chevaux. Cette pompe colossale élève 22 mètres cubes d'eau par minute à une hauteur de 150 mètres.

Distribution d'énergie à l'agriculture

En Allemagne, on applique l'électricité aux exploitations agricoles. Un syndicat vient d'être fondé en Bavière dans ce but. Le courant est fourni par une station centrale où sont installés des moteurs hydrauliques et des générateurs à vapeur. La distribution est faite sous 5,000 volts; dans chaque ferme abonnée est une sous-station munie de transformateurs et de tableaux de distribution envoyant la force nécessaire aux machines à battre, aux coupe-racines, aux décortiqueurs, aux broyeurs, etc. Les moteurs sont de construction robuste et simple.

Le courant est aussi, naturellement, employé à l'éclairage des locaux et des cours.

— Le téléphone relie déjà quatre cents fermiers de Richmond (état d'Indiana).

Pendule électrique

On remarquait à l'Exposition une pendule où l'électricité remplace les poids et les ressorts, réduisant ainsi le mécanisme au minimum. Le moteur est soit une pile sèche spéciale, donnant 1 1/2 volt et pouvant fournir assez d'électricité pour actionner le mouvement pendant 53,000 heures, soit plus de deux ans; soit une pile Leclanché, hermétiquement bouchée pour éviter l'évaporation et les sels grimpants ; sa durée est la même; quand elle s'affaiblit on dévisse un bouchon et on ajoute du chlorhydrate d'ammoniaque. Le système de propulsion se compose d'une minuterie et d'un balancier armé d'un spiral qui engrène avec une roue dentée.

Serrure électrique

Une boîte de serrure ordinaire contient deux électro-aimants qui, lorsque le courant électrique les traverse, attirent un levier pivotant autour d'un point fixe et qui agit par un taquet sur le verrou d'arrêt de la serrure. Si le courant est interrompu, un ressort antagoniste fixé sur un support de la boîte ramène le levier et par suite le verrou dans sa position primitive. Les contacts du levier avec les pôles de l'armature de l'électro peuvent être formés, soit avec des clous, des vis, des charnières ou autres dispositifs. On pourra cacher soigneusement l'interrupteur donnant le courant dans les électros et on aura une serrure en quelque sorte inviolable (Cabé).

Le Fouet remplacé par l'Electricité

C'est de Russie que nous arrive cette invention, qui a tout au moins le mérite d'une demi-originalité, des expériences antérieures ayant été faites avec succès en France, par les ingénieurs G. Trouvé et C. Chardin.

On sait — ou plutôt on ne sait pas — qu'à Saint-Pétersbourg, à Moscou et à Odessa l'emploi du fouet contre les chevaux est rigoureusement interdit. Un sellier ingénieux a fabriqué un harnais dans toutes les parties duquel court un léger fil de cuivre relié à une petite batterie d'accumulateurs placée sous le siège du cocher. Par la simple manœuvre d'une manette, semblable à celle de l'avance à l'allumage des tris à pétrole, le conducteur peut à son gré lancer au cheval un coup de fouet... électrique, qui, paraît-il, — l'inventeur du moins l'affirme, — est non seulement inoffensif, mais même salutaire! Ce harnais spécial est

surtout efficace quand il s'agit d'un cheval difficile à conduire.

— En Allemagne, pour l'application de certaines peines corporelles, le patient serait sur un sol conducteur, et les lanières, reliées à l'autre pôle d'un courant inducteur, fermeraient le courant en tombant sur le condamné (?).

L'Electricité à la Chasse

On emploie encore l'électricité comme engin de chasse. Au collier des chiens qui ont à pénétrer dans les terriers de renard, blaireau, etc., on attache une petite lampe électrique, dont l'éclat épouvante la bête et la force à s'enfuir de son terrier. La *pêche,* (v. p. 126), aussi, peut bénéficier de l'éclairage électrique.

Les électro-aimants utilisés pour soulever les fardeaux

Quelques constructeurs anglais et américains commencent à fabriquer des appareils de levage utilisant la force portante des électro-aimants pour la manœuvre des pièces de fer et d'acier. Ces appareils donnent une sérieuse économie de temps et de personnel et sont probablement destinés à devenir sous peu de puissants auxiliaires dans l'outillage des forges. D'après l'*Industrie*, un appareillage de levage installé dans les ateliers de Sandycroft, en Angleterre, comporte des électro-aimants qui, consommant 5 ampères et demi sous 110 volts ont une puissance portante de 2.000 kilogs.

A l'arsenal de Woolwich, on emploie pour la manutention des gros projectiles de marine, dont quelques-uns atteignent 850 kilogrammes, un électro-aimant dont le travail est des plus satisfaisants.

Aux Etats-Unis, diverses forges emploient, pour la manœuvre des plaques de tôle et des lingots, des électro-aimants ayant une puissance de 3 à 5 tonnes. Une particularité digne de remarque c'est que l'électro-aimant colle tout aussi bien contre des pièces chauffées au rouge sombre que contre des pièces à la température ordinaire. Cette qualité est précieuse pour le déplacement des lingots dans les forges.

— Pour séparer des particules métalliques magnétiques de fer, de nickel..., au milieu de limailles de cuivre, d'or..., on a employé récemment les propriétés attractives des aimants ou des électro-aimants.

Chasse-neige électrique

Le nez en chêne formant la carcasse a environ $2^{m}65$ à la base, il est recouvert d'une tôle en fer à laquelle se trouvent reliées deux ailes articulées qui, manœuvrées électriquement en cas de neige, peuvent balayer la neige des deux côtés de la voie sur une largeur de $1^{m}80$. L'engin complet, y compris le moteur électrique du type Westinghouse et le sable destiné à augmenter l'adhérence, pèse une dizaine de tonnes. Ce chasse-neige a fonctionné avec succès en Amérique.

— Enfin, signalons les *Clous en caoutchouc durci*, les *Automobiles postaux en Allemagne*, la *Perceuse électrique*, les *Coupures de poutres en fer par l'arc électrique*, la *Lampe à filament de carbone de silicium*, le *Filet de sauvetage en avant des tramways électriques*, le *Tirage électrique des mines*, le *Revêtement en verre des fils de fer ou de nickel*,...



CHAPITRE XI

ÉLECTRICITÉS DIVERSES

La canonnade contre les nuages. — Electricité aérienne. - L'électro-radiophone. — Etude des orages lointains. — Les lignes aériennes et les orages. — Electricité de la mer. — Une île électrisée. — Une pile peu ordinaire. — Electricité des eaux minérales. — Electricité des cheveux. — Electricité végétale.

La canonnade contre les nuages
Electricité aérienne

Au commencement du XIXe siècle, un vieil officier de marine, ayant observé qu'en haute mer la canonnade avait pour effet de dissiper les nuages, eut l'idée d'employer pareil moyen, dans ses propriétés, pour éloigner les nuages pouvant être chargés de grêle. Il réussit, en plusieurs circonstances.

Cette expérience, tombée dans l'oubli, vient d'être reprise, particulièrement dans certaines contrées de la Styrie et de la Haute-Italie, plus spécialement ravagées par la grêle.

En 1896, le maire de Windiach Feistrick a construit un appareil destiné à cet office. Il était formé d'une lourde pièce de bois sur laquelle on avait vissé un entonnoir en fer, d'une hauteur de 2 mètres, d'un diamètre de 0m79 à son embouchure, d'un diamètre de 0m20 à son col. Le bord supérieur était muni, à l'intérieur, d'un anneau de fer, destiné à provoquer une

poussée tourbillonnante des gaz procurés par l'inflammation de la poudre. Celle-ci était placée dans cet entonnoir, nouvelle pièce d'artillerie, à l'usage humanitaire.

Avec cet engin, à Lanning, dans la Haute-Styrie, on fait des expériences concluantes. Avec une charge de 180 grammes de poudre, le tourbillon d'air est monté à 2,000 mètres, dissipant les nuages menaçants. Aussi, en suite de ces expériences, a-t-on établi plusieurs centaines de stations de canonnade contre la grêle, en Autriche, et près de 2,000, dans la Haute-Italie.

La canonnade, par le moyen d'un canon ordinaire pointé vers le nuage, produit également un effet convenable, mais le tourbillon d'air sorti de l'entonnoir produit des résultats plus précis et sérieux.

Le professeur Stiéger a découvert un autre effet de la canonnade : la cessation des éclairs et le détournement d'un orage. Il est arrivé à établir qu'un seul engin protège de l'orage un terrain d'un kilomètre carré de superficie.

Au mois d'août dernier, ce système, employé pour la première fois en France, a donné les meilleurs résultats dans les vignobles de Saint-Emilion ; à Denicé, dans le Beaujolais, 50 stations devaient être établies en 1900. Le prix du canon et de son abri est d'environ 160 francs. La charge est de 100 grammes de poudre.

Chaque station doit tirer environ 50 coups de canon pour obtenir la préservation du vignoble pendant la formation d'un orage à grêle. L'effet du canon peut couvrir environ 25 hectares.

Electroradiophone. — Etude des Orages lointains

« Les électro-radiographes, dit M. Tommassina, inscrivent les décharges atmosphériques se produisant sur une étendue dont le rayon dépasserait 100^{km}.

« Le professeur Boggio Lera, de Catane (1), au moyen d'une série de différentes sensibilités, agissant en nombre progressif suivant la conductibilité acquise par le cohéreur, est parvenu à faire tracer à son appareil des petits traits plus ou moins longs suivant l'intensité des décharges lointaines. Pendant les mois de septembre et d'octobre, à Intra (lac Majeur, Italie), j'ai fait un certain nombre d'observations par auscultation au moyen de l'électro-radiophone, observations qui m'ont démontré l'utilité de la nouvelle méthode.

« Cet appareil est constitué par un cohéreur décohérent au charbon, inséré dans le circuit de l'électro-aimant d'un récepteur téléphonique usuel, et avec un élément de pile sèche. Le cohéreur, qui est un perfectionnement de celui décrit (plus haut par M. Tommassina dans la *Télégraphie sans fils,* et à l'Académie, le 2 avril 1900), ne contient plus aucun contact métallique. Les électrodes sont deux petits cylindres de charbon de lampe à arc, de 4^{mm} de diamètre, ajustés à frottement doux dans un tube de verre, et entre lesquels sont placés de petits grains obtenus par écrasement avec un morceau du même charbon, débarrassés de leur poussière et parfaitement séchés en les faisant rougir à la flamme, ainsi que les électrodes. Celles-ci portent chacune une attache en fil de platine qui permet, une fois le cohéreur réglé à la sensibilité

(1) *Atti dell' Accademia Gioenia di Scienze Naturali di Catania,* vol. XIII, 4e série, 20 janvier 1900.

maximum, de fermer par fusion les bouts du tube en verre, ne laissant en dehors que les deux boucles en fil de platine. Pour des grains de charbon de $\frac{2}{10}$ à $\frac{3}{10}$ de millimètre l'espace entre les électrodes pourra être de 1^{mm} et rempli à moitié seulement.

« Le cohéreur est fixé verticalement dans le tube du cornet téléphonique et inséré dans le circuit de l'électro-aimant; ainsi, lorsqu'on met le téléphone à l'oreille, le cohéreur se trouve horizontal et les grains produisent une pression égale sur chaque électrode. A cause de la grande porosité du charbon, j'ai dû le renfermer hermétiquement dans le verre *pour maintenir l'invariabilité du champ électrostatique du cohéreur, lequel doit être à l'abri de toute trace d'humidité.*

« Dans mes expériences, j'ai reconnu que *l'électro-radiophone permet d'entendre, entre chaque signe de l'électro-radiographe, une quantité de bruits spéciaux donnant l'illusion de se trouver transporté à proximité de l'orage, de façon à pouvoir en écouter directement toutes les phases.*

« Mon laboratoire étant seulement à 6^{m} du sol, j'avais placé comme antennes réceptrices trois fils de cuivre partant d'une fente dans une vitre de la fenêtre. S'élargissant en éventail, ils allaient à une terrasse avec toit, ouverte de tous les côtés. Les extrémités extérieures des trois fils métalliques, terminées par des tubes en caoutchouc, étaient fixées aux isolateurs, en verre paraffiné, dans l'intérieur et en haut, de manière à ne pouvoir jamais être mouillées par la pluie sur les quatre derniers mètres. Les isolateurs se trouvaient à 12^{m} du sol et à 2^{m} de distance l'un de l'autre; les fils avaient chacun 30^{m} de longueur. Dans le laboratoire, la mise à terre était faite par la conduite d'eau. Afin

d'éviter tout danger pour les personnes et pour les appareils, lorsque l'orage se rapprochait trop, j'ôtais les communications avec la terre et avec les fils aériens, qui restaient ainsi isolés aux extrémités. Un récepteur téléphonique sur mon bureau et un autre dans ma chambre, avec sonnerie d'appel, me permettaient de suivre de jour et de nuit les degrés d'intensité, et je pourrais presque dire la marche d'un orage lointain sans me déranger.

« Je n'ai pas adopté les antennes verticales à cause des plus grandes précautions qu'il aurait fallu prendre pour éviter tout danger. Avec ce dispositif simple, peu coûteux, et de toute sûreté, j'ai pu quand même entendre et étudier des orages lointains lorsque aucune trace n'en paraissait à l'horizon, et par des journées splendides.

« Le 29 septembre, jusqu'à midi, le temps avait été très beau, mais l'électro-radiophone, depuis le matin, continuait à indiquer, par des bruits très variés et de légers chocs très nets, des décharges se produisant certainement à des distances très grandes. Vers 2^h, la sonnerie se fit entendre et dans le téléphone j'écoutai des bruits de plus en plus énergiques. Il y en avait qui ressemblaient à certains coups de tonnerre prolongés et d'intensité variable. Ensuite la sonnerie donna des signaux moins distants entre eux, et à $3^h30'$, j'ai dû la mettre hors circuit; elle ne s'arrêtait plus de sonner. Les éclairs devinrent visibles, de gros nuages commencèrent à se former un peu partout, aucun tonnerre ne s'entendait encore, mais dans le téléphone les bruits toujours plus intenses se modifièrent tout à coup; j'entendais comme un crépitement très serré, égal et continu; quelques instants après, la pluie commença, et en même temps le premier coup de tonnerre se fit entendre très énergiquement. J'avais à

peine enlevé les communications, qu'un orage d'une force inouï éclata; des trombes d'eau balayèrent les rues, les éclairs se suivaient presque sans interruption, et la foudre tomba en plusieurs endroits très proches. Plus tard, j'ai pu encore écouter dans mon appareil les dernières décharges très lointaines jusqu'à leur complète disparition.

« Lorsque que le temps changeait sans qu'il y eût d'orage, j'entendais cependant toujours le crépitement caractéristique que je viens de mentionner, fait que j'ai constaté même douze heures avant la tombée de la pluie.

« L'électro-radiophone, à cause de sa grande sensibilité et de l'absence de tout réglage, pourra certainement rendre des services sur les navires, non seulement pour déceler les orages et suivre leur marche, mais encore pour distinguer les signaux radiotélégraphiques des autres, dus aux décharges atmosphériques, en utilisant, par exemple, les téléphones sélectifs ou monotéléphones de M. Mercadier. »

Les Lignes aériennes et les Orages

Sur la ligne de transmission d'énergie à haute tension qui s'étend entre Provost et Tintic dans l'Utah, des Etats-Unis d'Amérique, des violents orages de grêle et de grésil ont provoqué des phénomènes de décharge fort curieux. Par suite de l'humidité de l'air et de l'épaisseur considérable des grains de grésil agglomérés qui recouvraient les fils et les poteaux, il se produisait à chaque instant des décharges provoquant ainsi des court-circuit momentanés qui éteignaient les lampes du réseau, interrompaient la marche des moteurs et désorganisaient tout le service. Ces décharges se manifestaient sous la forme de flammes brillantes

et quelquefois d'éclats brusques et instantanés. Ces flammes pouvaient atteindre jusqu'à une hauteur de 2 mètres et $2^{m}40$, et persistaient une ou deux secondes pour s'échapper alors de l'un des fils et s'éteindre tout d'un coup. Les interruptions de fonctionnement ne se faisaient sentir que si l'arc était continu et se produisait entre les fils. — D. (*L'Electricien.*)

— *L'Accroissement du nombre des coups de foudre* pendant ces 60 dernières années est incontestable, Dès 1869, M. Bezold avait noté l'augmentation de ce genre de sinistres. Ainsi, pour la Bavière, à droite du Rhin, on a eu , en bâtiments frappés, de 1864 à 1876 : 110,8 par million ; de 1877 à 1889: 223,1 par million. Pour le reste de l'Allemage: 164,2, de 1876 à 1883, et de 258,4 pour la période de 1884 à 1891. Les sinistres bavarois ont sextuplé, et il y a coïncidence de cette augmentation avec le développement industriel, la grande multiplication des grandes cheminées d'usine. Mais si les coups de foudre à action brisante ont augmenté, en revanche, ceux à incendie ont diminué ; on trouve de 1883 à 1887 : 42,7 0/0 cas d'incendie :

»	1888 à 1892 :	35,9 0/0	»
»	1883 à 1897 :	31,5 0/0	»

— M. Henry, aux Etats-Unis, pour 1899, a constaté que 562 personnes sont mortes de leurs blessures par la foudre et que 820 autres ont été frappées depuis le simple choc jusqu'aux brûlures et la paralysie temporaire; en voici la répartition proportionnelle avec l'endroit des sinistres : 45 0/0 des accidents ont eu lieu à l'air libre, au dehors ; 34 0/0, au dedans, dans les habitations ; 11 0/0, sous les arbres, pour des personnes qui s'y abritaient ; 9 0/0 dans les granges.

— Après chaque éclair, lors de violents orages à Calcutta, sans défaut dans les lignes, les lampes augmen-

taient d'éclat, sans doute par diminution, comme dans les radioconducteurs, de la résistance des fils de charbons.

Electricité de la mer. — Une île électrisée

On sait que presque tous les câbles télégraphiques sous-marins qui relient l'Europe au Nouveau-Monde viennent atterrir dans la petite île de Saint-Pierre-de-Miquelon. La quantité d'électricité qui circule ainsi constamment sur l'étroite bande de terre de cette île a pour résultat de surcharger le sol d'électricité et cette surabondance de fluide a donné l'idée d'une expérience fort singulière.

En jetant à travers l'île un fil isolé de trois kilomètres de long, en reliant ce fil à une plaque de métal qui plongeait dans la mer et remplaçait la terre comme conducteur du bureau de la station télégraphique, en intercalant dans le circuit un récepteur Morse, on a pu surprendre au passage et inscrire sur le papier les dépêches envoyées de l'Europe en Amérique et réciproquement, la terre surchargée d'électricité ayant détourné les signaux.

Pile électrique peu ordinaire

Le capitaine du port de Livourne s'apercevait depuis quelque temps que les vaisseaux de guerre blindés confiés à sa garde se détérioraient rapidement. Après de longues recherches, il crut découvrir que les dégâts étaient dus au voisinage de bateaux de plaisance doublés en cuivre : fer et cuivre plongés dans l'onde amère constituaient, en effet, une pile excellente dont les chaînes reliant les différents navires aux mêmes bouées formaient le circuit extérieur. Il voulut pros-

crire les yachts, mais les propriétaires firent la sourde oreille. La question va être tranchée par les tribunaux compétents.

Electricité des eaux minérales

En étudiant la conductibilité électrique des eaux de Briscous-Biarritz, le Dr Elevy a constaté que les courants plus faibles échappaient à la sensibilité du galvanomètre de Trouvé et de Chardin, ce dernier sensible au 1/10 de milliampère. L'idée lui vint alors de se servir du téléphone, véritable galvanoscope d'une grande sensibilité. Pour s'en servir dans la recherche des courants des eaux minérales qui sont de nature galvanique, il fallait transformer ceux-ci en courants faradiques, c'est-à-dire y déterminer des courants d'ouverture, de fermeture ou des variations d'intensité, seuls perceptibles au téléphone. L'auteur a pu facilement réaliser ces conditions ; bien plus, au cours des essais qu'il fit depuis 1898, il a été frappé par la grande conductibilité du corps humain pour les bruits téléphoniques, autrement dit pour les courants alternatifs qui les déterminent. Cette remarque a amené l'auteur à faire quelques expériences préliminaires sur ce point ; il a pu ajouter ainsi quelques données nouvelles sur la différence de la conductibilité faradique et galvanique du corps humain. Quant à l'application du téléphone aux eaux minérales les expériences et les observations de l'auteur lui font émettre les conclusions suivantes :

« Le téléphone permet de constater et de mesurer les courants les plus faibles des eaux minérales.

« C'est un moyen simple, commode et élégant. Il permet d'apprécier la grande conductibilité du corps humain pour les courants les plus faibles des eaux minérales. Cette application du téléphone est nou-

velle et n'a pas été, je pense, indiquée auparavant.

« Les bruits téléphoniques provoqués par des courants induits d'interruption traversent les tissus vivants aussi aisément que la dissolution saline d'un bain.

« Il serait aisé de construire un appareil spécial de mesure pour apprécier l'intensité des plus faibles courants par la distance du son téléphonique à l'oreille. »

Le Dr Lestchinsky a expérimenté à Néris avec un galvanoscope et un galvanomètre très sensibles : « 1. Un bain chaud fut préparé dans une baignoire en marbre, dont le tuyau d'évacuation était en plomb et les robinets des eaux froide et chaude, en fer. J'y plongeai une petite électrode en charbon (1/8 de l'électrode Leclanché) ; j'appuyai le bout du conducteur négatif sur le bord de la baignoire, l'aiguille est restée immobile ; je l'appuyai sur un robinet non peint, l'aiguille tout de suite s'est déviée et s'est arrêtée à 4 divisions. Je répétai cette expérience plusieurs fois, j'obtins le même résultat. — 2. Bain à 36°. C plongé dans l'eau, l'aiguille a dévié à 4 divisions, où elle s'est arrêtée d'abord, puis elle est revenue à 4 divisions et après cinq minutes à 3-2. En remuant l'eau avec une pelle en bois, je ne rompais pas l'équilibre. — 3. Grands bassins de plusieurs mille mètres cubes, installés pour abaisser la température de l'eau. J'ai pris contact avec la terre avec un conducteur droit, une barre en fer. C était plongé dans l'eau, l'aiguille s'est déviée seulement à 1,5 divisions. Dans plusieurs expérimentations sur différents points, j'obtins toujours le même résultat, 1,5 divisions. J'attribue cet insuccès à la nature du sol, qui est très pierreux et très sec. » D'autres expériences sur les eaux elles-mêmes ont toujours décelé l'électricité. (*Gazette des Eaux*).

Électricité des cheveux

Un problème se rattachant à la chevelure est très récent, il s'applique à la femme. Charcot, Féré, moi-même, avons signalé — après Balzac, en *Louis Lambert* (1832) — la présence d'électricité dans les cheveux, surtout féminins : c'est la *galéanthropie*. D'autre part, la femme soigne aujourd'hui fréquemment son système capillaire par l'éther de pétrole. Or, récemment, chez un coiffeur, des cheveux prirent feu et leur propriétaire fut grièvement brûlée; celle-ci l'attribuait à un réchaud à gaz peu distant, et le coiffeur à une production abondante, sous l'action du peigne, d'électricité suffisante à enflammer l'éther de pétrole. Le Dr F. Brémond, expert, me soumit la question et j'expérimentai avec un *seul* fluide de la machine électrostatique pour être dans les conditions humaines — sans résultat. Pour enflammer des cheveux imbibés d'éther de pétrole, il me fallut les deux fluides et leur reconstitution à travers l'objet du litige par une étincelle de dix centimètres de longueur! Si la galéanthropie n'est pas un danger, le réchaud ou toute lumière calorifique quelconque, proche de l'éther de pétrole, est un cas d'incendie possible et un accident retoutable!

Électricité végétale

Des savants russes étudient et cherchent à rendre pratique l'usage des courants électriques pour stimuler la végétation. Ou, ils électrisent les graines et constatent qu'elles germent alors plus vite et donnent de meilleurs fruits et en plus grande abondance (de 2 1/2 à 6 fois plus) que les graines non soumises à l'électrisation. Ou, à l'aide d'une plaque de cuivre et d'une plaque de

zinc enterrées verticalement et reliées par un fil, ils obtiennent dans la partie électrisée des récoltes 3 fois aussi importantes que dans un lot voisin servant de témoin. Ou encore ils plantent des poteaux en bois dont les sommets sont munis d'aigrettes métalliques reliées par des fils, et sous ce réseau, ils font par exemple accélérer de 12 jours la croissance de l'orge. La température du sol est relevée par les courants électriques, l'humidité décroît puis augmente après environ 3 semaines et la quantité de matière végétale dans le sol se trouve accrue.

Les végétaux et les animaux sont d'ailleurs électrisés; la lumière vivante des bactéries spéciales, des noctiluques ou des lampyres est peut-être d'ordre électrique; ce qui est sûr, et M. Raphaël Dubois l'a récemment démontré, c'est que, selon leurs régions, leur état sain ou malade, les végétaux ont des potentiels électriques différents; une sensitive (*mimosa spegazini*) excitée et ayant dans sa tige deux épingles reliées à un galvanomètre donne une onde négative se transmettant aux feuilles non excitées. La contraction de la feuille de la dionée attrape-mouches reliée à un électromètre capillaire donne une variation électrique. (Burdon-Sanderson.)

— On a préconisé pour tuer certains parasites, le puceron par exemple, l'emploi de courants de haute tension et de haute fréquence qui agissent à distance, mais l'idée est-elle pratique, quant à ses résultats, ses difficultés d'installation, ses dépenses ?



CHAPITRE XII

ACCIDENTS ÉLECTRIQUES

Du mécanisme de la mort par les courants électriques. — Mort et troubles produits par les décharges électriques. — La sécurité de l'homme vis-à-vis des installations électriques. — Diminution des dangers électriques. — De l'électricité dans le sauvetage.

Du mécanisme de la mort par les courants électriques. — (L. Prévost et F. Batelli).

Les courants alternatifs à basse tension (jusqu'à 120 volts) produisent chez les animaux sur lesquels on a expérimenté (chiens, lapins, cochons d'Inde et rats) des troubles nerveux peu graves.

La respiration se rétablit toujours après un arrêt d'autant plus court que la tension du courant est moins élevée, et que le temps d'application est moins prolongé. On peut faire les mêmes considérations pour la sensibilité générale qui est de même peu atteinte.

On observe, en outre, un tétanos généralisé avec opisthotonos qui est souvent suivi de quelques convulsions cloniques. Pour produire ce tétanos, il suffit d'une tension de 20 volts, quand une électrode est placée sur la tête ; il faut au moins une tension de 60 volts quand les deux électrodes sont appliquées sur les membres antérieurs.

Le phénomène le plus important a lieu du côté du cœur. Les ventricules présentent des trémulations fébrillaires pendant que les oreillettes continuent à battre.

On obtient donc le même résultat que par l'électrisation directe du cœur avec un courant induit.

De ce fait découlent les conséquences importantes suivantes : par l'application des courants alternatifs à basse tension le chien meurt toujours à cause des trémulations ventriculaires, parce qu'elles sont irrémédiables chez cet animal.

Le cobaye adulte (pesant 400 grammes au moins) meurt presque toujours parce que les trémulations ventriculaires sont chez lui presque toujours définitives.

Le lapin ne meurt presque jamais, parce que le cœur reprend le plus souvent son rythme.

Le rat ne meurt jamais, parce que les trémulations cessent chez lui, dès qu'on interrompt l'électrisation. Chez le chien et le cobaye dont le cœur est pris de trémulations ventriculaires à la suite du passage d'un courant à basse tension, les mouvements respiratoires continuent encore longtemps malgré la paralysie du cœur. Dans ce cas, la respiration artificielle ne peut être d'aucune utilité.

Pour produire les trémulations ventriculaires il suffit que le courant ait une tension de 20 ou même de 10 volts, quand le cœur se trouve sur la ligne qui réunit les deux électrodes (électrodes placées sur la tête et les cuisses, ou bien sur la région précordiale) et que le contact dure au moins une seconde. La section préalable des nerfs vagues n'a pas d'influence sur le phénomène des trémulations ventriculaires.

Les courants alternatifs à haute tension (de 1,200 à 4,800 volts) appliqués de la tête aux pieds ne donnent plus lieu, comme les courants à faible tension, aux trémulations ventriculaires du cœur. Ils provoquent chez tous les animaux des troubles graves du système erveux central : arrêt de la respiration, perte de sen-

sibilité, prostration profonde, tétanos généralisé, perte des réflexes.

La respiration est arrêtée d'une manière passagère ou définitive. Les troubles de la respiration sont d'autant plus accusés que la tension du courant est plus élevée et que la durée du contact est plus longue. La même observation peut être faite pour la perte de sensibilité et la prostration générale. Le tétanos généralisé est très énergique dans le cas d'une secousse; mais il ne se produit pas quand le passage du courant est prolongé (par exemple deux ou trois secondes), surtout s'il s'agit de très hautes tensions.

A parité de conditions (voltage et durée du contact égaux), les centres nerveux sont plus fortement atteints chez le cobaye et le rat que chez le lapin, et chez le lapin plus fortement que chez le chien.

L'arrêt de la respiration étant le symptôme qui met la vie en danger, la respiration artificielle peut sauver des animaux qui succomberaient sans elle. Toutefois les animaux, et surtout les chiens, se rétablissent souvent spontanément.

La pression artérielle subit une élévation considérable, ce qui prouve que le tonus vasculaire et le centre vaso-moteur ne sont pas paralysés.

Les ventricules battent rapidement et énergiquement, tandis que les oreillettes sont arrêtées en diastole plus ou moins longtemps (jusqu'à deux ou trois minutes). Si l'arrêt de la respiration est définitif, le cœur faiblit peu à peu et la pression tombe à l'abscisse.

Les courants à tension (240 à 600 volts) appliqués de la tête aux pieds produisent chez le rat, le cobaye et le lapin des troubles analogues, mais moins graves que ceux que l'on observe avec les courants à haute tension. Le cœur ne présente pas de trémulations ventriculaires, sauf chez le lapin, chez lequel le cœur

en présente encore avec un courant de 240 volts. Chez le chien, au contraire, les ventricules présentent encore des trémulations fébrillaires définitives et les centres nerveux sont de même fortement atteints. Il en résulte que, chez le chien, les courants de tension moyenne produisent un arrêt simultané du cœur et de la respiration.

Chez le chien et le cochon d'Inde, on peut, par l'application faite à temps d'un courant de haute tension, faire cesser la crise de trémulations ventriculaires, provoquée par un courant de faible tension. Le chien qui était perdu à cause de la paralysie du cœur, peut être sauvé par ce moyen.

Le point d'application des électrodes peut faire varier considérablement les symptômes. Les centres nerveux offrent des troubles bien plus graves quand une des électrodes est appliquée sur la tête. Les centres sont d'autant moins atteints que les électrodes sont plus éloignées de la tête.

Avec un courant à basse tension, le cœur présente des trémulations ventriculaires avec un voltage d'autant plus faible qu'il se trouve plus rapproché de la ligne qui réunit les électrodes. Inversement, si le cœur ne se trouve pas sur cette ligne, il pourra être mis en trémulations ventriculaires par des courants de haute tension qui en traversant directement le cœur ne l'auraient pas paralysé. Avec les courants à haute tension, on observe en outre :

1° La paralysie momentanée du nerf vague et du sympathique cervical ;

2° La non modification des phénomènes décrits ci-dessus par la section préalable des nerfs vagues ;

3° La non élévation appréciable de la température rectale, si la durée du contact n'est pas prolongée ;

4° L'apparition rapide de la rigidité cadavérique;

5° A l'autopsie, absence de lésions macroscopiques constantes et caractéristiques ;

6° Quand le cœur se paralyse consécutivement à l'arrêt de la respiration, le massage du cœur provoque des trémulations ventriculaires. (Dans la syncope cardiaque due à l'anesthésie chloroformique, ce massage direct du cœur peut ramener la vie ; de même la décharge électrique appliquée aux ventricules, Tuffier et Hallion ; de même encore, un courant induit par une tige effilée dans le muscle cardiaque.) Dans l'asphyxie incomplète, la radiographie révèle de faibles oscillations myocardiques (Laborde);

7° Dans quelques cas, l'onde contractile part de la pointe du cœur pour se propager à la base et aux oreillettes.

— Pour M. Cunningham, le *mécanisme* de l'accident électrique serait la coagulation du protoplasma ; pour le Dr W. Hedley, ce serait tantôt l'arrêt respiratoire, tantôt l'arrêt cardiaque.

Signalons encore les *Recherches sur les variations de l'état électrique des muscles* chez l'homme sain et malade, de M. Mendelssohn, sur la *Contractilité électrique des muscles striés après la mort,* du Dr J. Babinski,..., qui sont une contribution importante dans ce domaine.

Mort et troubles produits par les décharges électriques.

Dans les cas d'accidents que nous allons donner, d'après maints journaux spéciaux, nous avons à regretter l'insuffisance des renseignements : *la nature*

des courants n'est pas indiquée. Il y a cependant un grand intérêt à savoir s'il s'agit des courants continus ou des courants alternatifs.

C'est, en premier lieu, l'observation d'un homme de cinquante ans qui, par suite de la chute d'un cable de tramway électrique, reçut la décharge d'un courant de 500 volts. Il éprouva tout d'abord la sensation de corps étranger dans les yeux ; il put cependant, avec l'aide de quelques personnes, regagner sa demeure. Une heure après, il éprouva de la pesanteur dans les extrémités du côté droit, la vision devint indistincte, il fut pris de phénomènes épileptiformes dans le côté droit, et il se plaignit d'obscuration de la vision. Examiné dans la soirée, on constate la cécité complète de l'œil gauche, et, à droite, la perception des doigts dans la partie externe du champ visuel. L'examen ophtalmoscopique montre un peu de dilatation veineuse, surtout à gauche, et un peu de trouble dans les contours de la pupille. Hémiplégie droite avec anesthésie de la moitié gauche de la face, surdité de l'oreille gauche. Troubles du goût et de l'odorat. Peu à peu, amélioration des troubles moteurs. Deux mois après l'accident, il put marcher dans sa chambre à l'aide d'un bâton ; il lit de l'œil droit le n° 8 de l'échelle de Jager. L'œil gauche n'avait pas de perception visuelle et la surdité de l'oreille gauche persistait. A l'ophtalmoscope, on ne constata aucune lésion du fond de l'œil.

— A Londres, à la station de Bolton, deux ouvriers furent foudroyés à 2,000 volts ; à Coventry, un ouvrier réparant un moteur électrique de 2,5 chevaux et marchant à 450 volts a été tué net.

La sécurité de l'homme vis-à-vis des installations électriques

M. Hubert Kath a tout d'abord constaté que les électrocutés américains exigeaient des courants de 1500 à 1800 volts avec 8 ampères au début, les courants agissant surtout sur la tête, et avec de très grandes électrodes réparties sur la peau humide.

Déjà, M. Weber, de Zurich, avait constaté que de 20 à 30 milliampères, les courants alternatifs étaient intolérables dès la première fois, puis qu'une seconde application n'était possible qu'avec un courant moitié moindre. D'autre part, on a constaté que les alcooliques y sont plus sensibles, et que pour eux 100 milliampères sont déjà dangereux. On a fait alors diverses expériences, chez Siemens et Halske, la résistance du corps est de 500 ohms pour les bras et la poitrine; pour la peau, elle est de 50,000 par centimètre carré de surface de contact; la main entière ayant 100 centimètres carrés offre une résistance de 500 ohms. Si donc un conducteur est embrassé d'une main et que le bout du doigt de l'autre touche une surface conductrice d'un centimètre carré fermant le circuit, la résistance étant de 50,000 ohms, le danger commence à 1,500 volts; si le conducteur est au sol et que les pieds posent dessus, formant un court circuit, la résistance est de 10,000, 15,000 et même 100,000 ohms selon la nature du sol et des chaussures; si l'on opère dans une usine de produits chimiques où le pavé est recouvert d'une lessive de strontiane, la résistance n'est plus que de 2,000 ou même 900 ohms et déjà 100 volts sont dangereux.

Diminution des dangers électriques

M. Georges Claude a essayé d'éliminer les harmoniques des courants alternatifs industriels par l'emploi des condensateurs, en vue de diminuer les accidents de personnes.

« J'ai fait remarquer, en effet, dit M. Claude, (*Comptes rendus Ac. Sc.*), qu'une cause fréquente des accidents mortels dus aux courants alternatifs consiste dans le contact du corps des victimes avec un seul des pôles de l'installation, le circuit se trouvant fermé par la terre et la capacité du ou des câbles opposés par rapport à la terre. D'où la possibilité que j'avais signalée de supprimer cette cause d'accident en neutralisant cette capacité par rapport à la terre à l'aide de self-inductions convenables. Malheureusement, une telle neutralisation n'est parfaite qu'au cas où le courant est rigoureusement sinusoïdal, et comme il n'en est pas ainsi dans la pratique, je n'ai pu arriver par ce procédé qu'à une amélioration déjà intéressante, mais encore insuffisante, soit à la multiplication par 5 ou par 6 de l'isolement apparent en marche dans le cas d'alternateurs Ferranti.

» Or, on conçoit que l'efficacité du système serait considérablement augmentée s'il était complété par l'épuration préalable de la différence de potentiel aux bornes par le procédé que je viens d'indiquer ou tel autre analogue.

» A l'aide de moyens peu coûteux il serait possible de relever suffisamment les valeurs de l'isolement en marche pour diminuer beaucoup la proportion des accidents mortels entraînés par des installations dont le nombre croît chaque jour d'une façon si rapide. »

De l'Electricité dans le Sauvetage

L'électricité agit de diverses façons pour sauver l'individu, soit directement par l'induction du nerf phrénique, du diaphragme, du cou, du thorax, à la façon des tractions rhytmées de la langue, pour rappeler à la vie le submergé, le noyé; soit indirectement par des appels à distance, signaux, bouées, télégraphie ordinaire, ou mieux, télégraphie sans fils ; soit, et alors rôle néfaste, en provoquant elle-même des accidents nécessitant le sauvetage du foudroyé par le fluide atmosphérique ou par l'industrie électrique, fulguration, brûlures... (2).

Ce triple rôle est intéressant à connaître.

Le *rappel à la vie* pur et simple est connu depuis Duchenne de Boulogne, il ne nécessite qu'un petit appareil d'induction et des tampons mouillés qu'on promènera sur les régions respiratoires, en ne négligeant pas au besoin les autres moyens.

Les *accidents électriques* doivent être combattus quand la victime est séparée de leur cause, par ces moyens divers, faradisation ou autres, de rappel à la vie. On isolera la victime du câble, souvent cause industrielle de l'accident, non en la prenant avec la main, comme le font instinctivement et communément les passants, les ingénieurs même, qui sont ainsi frappés eux-mêmes, mais avec des isolants; on coupe le câble avec des ciseaux spéciaux, on le recule avec du bois...

Mais il importe de ne jamais abandonner les vic

(1) Communication du Dr Foveau de Courmelles, à l'Association Française pour l'Avancement des Sciences, Paris, 1900.

(2) Dans un cas d'accident en 1900, le cheval et le cavalier sont foudroyés: le cheval est tué net, le cavalier traité comme un asphyxié revient à la vie.

times, les plus mortes en apparence sont parfois revenues à elles, grâce à des soins prolongés et appropriés.

Le *sauvetage collectif* se peut faire par la télégraphie sans fils; une bobine d'induction, plus forte que pour le rappel à la vie, sur le bateau, le radio-conducteur de notre compatriote Edouard Branly, et des accessoires sur la côte, et ainsi fut déjà sauvé un petit navire, dans la Manche, en avril 1899. Ce moyen d'appel au loin pourrait aussi empêcher les abordages, le heurt des navires dans l'obscurité..,

CHAPITRE XIII

ÉLECTRO-THÉRAPIE

La franklinisation hertzienne. — Reconnaissance des tissus vivants. — Les soies « diélectrose » et l'addition des impressions nerveuses. — Résistances extemporanées. — Recherches chimiques et expérimentales sur l'électrisation crânienne et cérébrale. — De l'électrodiagnostic en neurologie. — Bi-électrolyse et confirmation de la théorie des ions. Analogies électro-vitales. — De l'action de l'électricité atmosphérique et de l'ozone sur les êtres vivants. — Nouveau traitement de la sciatique. — Résonnateurs bi-polaires. — Action des courants de haute fréquence et de haute tension sur la tuberculose pulmonaire chronique. — Vibrothérapie. Electricité et myopie. — Des indications électriques en gynécologie. — De l'électricité dans les affections cutanées. — Action anesthésique pour les luxations. — Extraction d'objets métalliques de l'organisme avec l'électro-aimant. — Des actions spécifiques, électriques et radiographiques.

La Franklinisation hertzienne

Divers auteurs ont groupé récemment, sous cette appellation, les courants statiques induits de Morton

et leurs dérivés. Hertz et Branly, ont démontré l'existence et l'enregistrement des ébranlements électriques, analogues aux vibrations sonores, et se transmettant à distance. Ce sont ces actions du champ électro-statique concentré en un point d'un sujet malade qui constitueraient la franklinisation hertzienne. Le patient peut être ou non isolé, placé sur le sol, ou sur un isolant quelconque, caoutchouc, tabouret à pieds de verre. La machine statique, pourvue de condensateurs reliés par leurs armatures internes à ses deux conducteurs, a ceux-ci placés non loin l'un de l'autre pour que l'étincelle jaillisse d'une façon plus ou moins continue, à volonté ; les armatures externes des condensateurs sont reliées, l'une au sol, l'autre au patient, isolé ou non. On peut déterminer le champ hertzien en promenant le tube à limaille de Branly relié à une pile et à un téléphone. Plus simplement, le malade étant soumis directement à l'étincelle électrique, sans aucun condensateur, on constate que si on le touche en un point quelconque, au moment précis ou jaillit l'étincelle entre lui et l'excitateur, et loin de celui-ci, il ressent une seconde secousse également perçue par l'expérimentateur qui le touche. On peut encore interposer sur le trajet de la chaîne amenant le fluide statique au malade, deux boules d'où jaillit l'étincelle, ce qui donne au patient une commotion atténuée et indolore.

Reconnaissance des tissus vivants

M. Waller a décrit un procédé expérimental au moyen duquel on peut distinguer sûrement si les tissus animaux ou végétaux sont vivants ou morts. Ces tissus sont soumis à l'action d'un courant. S'ils sont vivants, il se produit un courant dans le sens de l'excitation que l'on observe sur un galvanomètre. La mé-

thode est non seulement qualitative, mais quantitative, et l'on mesure ce que l'auteur appelle la quantité de survie du tissu. Il a expérimenté sur des embryons de poulet à diverses phases d'incubation et sur des embryons de blé ayant une ancienneté différente, mais connue. Les expériences sur le blé lui ont permis de représenter les accroissements de force électromotrice par une courbe.

Le premier signe de vie (1), d'après M. Augustus Waller a constaté qu'après une excitation électrique, la matière à l'état de vie répond par un courant dans le même sens. Cette même matière, tuée par élévation de température, ne répond plus à l'excitation, ou bien accuse un courant contraire de polarisation. De même, sur l'œuf soumis à l'incubation, l'apparition de la réaction électrique s'observe facilement si l'œuf est fécondé et que l'embryon se développe. Dans les cas où la réaction électrique fait défaut, l'observation montre qu'il n'y a aucun développement, c'est-à-dire aucune matière à l'état de vie.

— MM. Marie et Cluzet ont cherché le moment précis de la disparition de l'excitabilité; ils ont expérimenté sur le corps de l'homme et aussi sur des chiens. Sur l'homme, l'électrode indifférente était placée sur le sternum, l'électrode active sur le nerf sciatique poplité. Lorsque l'inexcitabilité par la méthode ordinaire était constatée, des aiguilles employées sous forme d'électrodes et pénétrant sous la peau permettaient de mettre de côté la résistance des tissus.

La conclusion des auteurs, pour l'homme, est qu'il y a une diminution progressive de l'excitabilité à partir d'une demi-heure après la mort. L'excitabilité dispa-

(1) *Académie des Sciences,* 24 décembre 1900.

rait dans l'espace d'une heure. Le pôle négatif est toujours le plus actif quand on excite le nerf, contrairement à ce qui se passe lorsqu'on excite le muscle.

Sur les chiens, les expériences des auteurs ont donné les mêmes conclusions.

Les Soies « diélectrose » et l'addition des impressions nerveuses (1)

Les soies « diélectrose » diffèrent de la soie ordinaire en ce qu'elles sont beaucoup plus électrisables que celle-ci au frottement, grâce à un apprêtage spécial.

L'auteur résume d'abord l'expérience fondamentale qui lui a permis de démontrer que ces soies sont auto-régulatrices de la constance de la température animale. La vitesse de refroidissement V est, *dans les conditions de l'expérience* liée à la différence des températures du corps chaud θ_1 et du milieu θ_0, au pouvoir émissif E, au poids P, à la chaleur spécifique de la soie C, par la relation.

$$V = K(\theta_1 - \theta_0)\frac{E}{PC}$$

Quoique la chaleur spécifique des soies diélectrose soit plus grande que celle de la soie ordinaire, leur vitesse de refroidissement, quand elles commencent par s'échauffer avant de se refroidir, est plus grande que celle de la soie ordinaire dans les mêmes conditions. Il y a donc une production de froid perturbatrice lors de l'échauffement de la soie et la preuve que le froid est bien dû à la décharge électrique, c'est que la laine, dont on a détruit les propriétés électriques positives par l'apprêt négatif de la soie diélectrose, a une vitesse de

(1) Charles Henry, *Société des Gens de Science.*

refroidissement plus petite, dans ces conditions, que la laine ordinaire. L'auteur résume de nouvelles expériences d'échauffement des soies faites avec une étuve à température constante et présentent des courbes de refroidissement obtenues avec un thermomètre plongé dans un bain d'huile à 300°, puis abandonné au milieu, entouré, soit de soie ordinaire, soit de soie diélectrose.

Outre l'auto-régulation de la constance de la température animale, les soies diélectrose apportent sans appareil tous les avantages bien connus du souffle électrique : émission thermique plus grande, d'où nécessité d'une production plus grande de chaleur; accroissement de la perspiration cutanée.

Le souffle excite les vaso-moteurs et par là influe sur la circulation et la nutrition à l'intérieur des tissus. C'est par ce mécanisme que s'expliquent son action sédative dans la migraine et ses succès dans les dermatoses. L'auteur résume diverses observations du Dr Lecercle sur la production de vésicules cutanées avec liquides, la réduction des hernies par le souffle, la guérison d'un cas de maladie de Raynaud par le souffle combiné avec la galvanisation. C'est à une tonification des vaso-moteurs contractant les vaisseaux lors du froid extérieur, les dilatant lors d'un excès de chaleur qu'il faut attribuer la remarquable indifférence que présentent aux variations de température les sujets revêtus de soies diélectrose. A ce propos, l'auteur résume les derniers travaux sur les centres nerveux de combustions organiques et montre comment les modifications de pression, de potentiel et de température produites à l'intérieur des tissus par les capillaires sous l'influence des vaso-moteurs renversent les équilibres chimiques et engendrent tour à tour l'hypothermie ou la fiévre.

Commentant des résultats de Charpentier sur la persistance des impressions rétiniennes, il montre qu'en *choisissant convenablement les temps*, des excitations faibles successives peuvent produire des totaux plus grands que des excitations fortes. La loi est générale ; elle a besoin simplement de nouvelles expériences pour pouvoir être mise sous une forme rigoureusement mathématique. C'est par cette loi paradoxale de l'addition des impressions moyennes que l'auteur explique les résultats physiologiques importants, obtenus avec les potentiels relativement faibles du souffle des soies diélectrose.

L'auteur a noté une production notable d'ozone, surtout par frottement des mousselines diélectrose. Comme tous les corps électrisés, ces soies absorbent les rayons ultra-violets; comme tous les mauvais conducteurs, elles sont diathermanes aux grandes longueurs d'onde; les écrans au sulfure de zinc phosphorescent et la plaque photographique enregistrent cette double influence, qui peut avoir un intérêt pratique ; la voilette diélectrose est un écran salutaire contre le coup de soleil et toutes les actions photographiques de la lumière.

M. Ch. Henry, en terminant, résume une communication orale de notre collègue M. Jaubert, d'après lequel les courbes de mortalité et, avec un déplacement convenable dans le temps, les courbes de natalité seraient fonction des grandes perturbations de température. Il est donc d'une excellente hygiène de se prémunir contre ces variations : toutes les propriétés des soies diélectrose indiquent qu'elles sont un premier pas vers la solution de ce problème difficile.

— Les soies « diélectrose » (1) que le moindre frot-

(1) Réflexions de M. Foveau de Courmelles, à propos de la communication de M. Ch. Henry.

tement électrise, ainsi que nous le constatons, me paraissent avoir une action plus complexe que celle du souffle électrique. Les propriétés refroidissantes, sédatives de celui-ci ne sont pas nouvelles, comme paraissent le vouloir faire supposer divers auteurs contemporains ; elles sont connues, depuis 1750, par les abbés Bertholon et Sans, par le Dr Marat, ont été utilisées en un hôpital parisien d'épileptiques en 1776, et ce ne sont pas les actions qui doivent être seules mises en cause. C'est qu'en effet j'ai pu constater, en soignant maints neurasthéniques par la douche cérébro-statique, que la sensation perçue n'était pas toujours du froid, mais parfois de la chaleur, qu'il y a d'ailleurs à distinguer entre l'effluve positive et l'effluve négative, peut être même entre les individus dont la nature électrique semble affecter l'un ou l'autre signe.

Même, si l'on n'admet pas cette différence de polarité humaine, on est obligé de reconnaître les diversités de réaction au fluide électrique, basée sur la lenteur ou la rapidité des perceptions sensorielles. Pour ces raisons, et en présence du mode constaté d'action de la soie diélectrose que nous signale M. Charles Henry, je croirai assez volontiers, non à l'action seule du vent électrique, mais encore à une sorte de bain électrique imparfait, où l'individu conserverait, non seulement son fluide propre, grâce à l'isolant diélectrose, mais encore partiellement l'électricité dégagée par le frottement de cette étoffe sur la peau : la déperdition par celle-ci ne pouvant se faire que par les chaussures relativement isolantes. Quoiqu'il en soit de la théorie explicative des faits, ceux-ci sont très intéressants à étudier et *surtout à utiliser.*

Résistances extemporanées

Il peut être utile, surtout en électrothérapie, de construire instantanément une résistance permettant d'utiliser un courant continu de secteur d'éclairage à 110 volts, là où il existe et sans être obligé de recourir à des appareils spéciaux, par exemple pour donner un lavement électrique, afin d'éviter une laparotomie.

Deux vases communiquants à tubulures latérales reliées, contenant du sulfate de cuivre en solution, par un tube de caoutchouc plus ou moins pressé, avec le patient en série, donnent un courant facilement graduable (Guilloz), même de 350 volts à zéro (Gatffe). Plus simplement, en interposant dans une cuvette photographique assez grande et à demi remplie d'eau, une distance plus ou moins grande, entre les deux électrodes, de préférence deux petits fils de platine, le malade étant toujours en série, on aura un courant continu graduable de 110 à 20 volts, et dans lequel on pourra produire des intermittences rythmées en sortant simplement l'une des électrodes ; on devra tenir compte de la nature des pôles, et introduire, pour le convolvulus intestinal pris comme exemple vu l'urgence, le pôle positif dans le rectum (Foveau de Courmelles). Les prétendus dangers signalés il y a quelques années, dans l'emploi médical des courants continus des secteurs d'éclairage, n'ont jamais été bien prouvés, l'auteur ne les a jamais eu, en 10 ans, sur le secteur Edison, ils seraient intermittents, propres en quelque sorte à certaines lignes dont le pôle intermédiaire des dynamos serait à la terre, avec une simple résistance de 50 ohms ; on pourrait vérifier alors le danger du sol en mettant une lampe au sol et à un seul fil de ligne, si la lampe s'al-

lume, il y a un danger : on peut alors isoler ou caoutchouter le parquet de la salle où est l'installation médicale (Gaiffe). Si l'on place un liquide entre deux larges plaques métalliques résistantes, on peut amener le liquide à l'ébullition.

Recherches chimiques et expérimentales sur l'Electrisation crânienne et cérébrale

MM. François-Franck et Mendelsshon ont établi (1) que le cerveau est accessible au courant électrique (galvanique) appliqué sur la voûte crânienne. Ceci résulte aussi bien des expériences directes que de toute une série de phénomènes observés pendant le passage du courant à travers le cerveau (vertiges, nausées, vomissement, troubles sensoriels, obnubilation de la pensée). Les branches du courant qui pénètrent dans le cerveau peuvent présenter une intensité suffisante pour irriter d'une manière efficace une préparation neuro-musculaire placée sur les lignes du flux des branches dérivées (Erb).

Néanmoins, cette intensité, que l'on croit efficace au point de vue thérapeutique, n'est pas suffisante pour produire une action excitante plus ou moins limitée sur une partie quelconque de la zone motrice de l'écorce du cerveau. La galvanisation céphalique ne produit donc pas de phénomènes moteurs d'origine corticale, quand il s'agit de courants continus faibles et sans intermittences.

Les faits physiologiques et cliniques ne plaident pas en faveur d'une action irritante directe de la galvanisation crânienne sur la substance du cerveau. Ce

(1) Communication à l'Académie de Médecine.

n'est pas non plus par voie réflexe que l'action du courant galvanique appliqué sur le crâne s'exerce sur l'encéphale. Les effets physiologiques de la galvanisation cérébrale doivent être attribuées à l'action du courant sur les vaso-moteurs du cerveau. C'est en modifiant le calibre des vaisseaux et la vitesse du courant sanguin que la galvanisation céphalique modifie la circulation intra-crânienne et produit par cette voie une série de phénomènes qui dépendent de l'augmentation ou de la diminution de l'afflux sanguin.

De toutes les actions réelles ou hypothétiques (excitante, électrolytique, électro endosmotique, catalytique, etc.), que l'on attribue à la galvanisation cérébrale et dont on croit pouvoir tirer parti dans un but thérapeutique, la seule qui soit basée sur des faits est l'action de l'électrisation céphalique sur la circulation du cerveau. Ce n'est que par ce mode d'action du courant que l'on pourrait expliquer certains effets thérapeutiques que l'on croit pouvoir obtenir au moyen de la galvanisation cérébrale directe.

A vrai dire, les effets thérapeutiques de la galvanisation cérébrale sont très discutables, sinon nuls. Par contre, cette méthode présente de nombreux inconvénients et même un danger réel. On ne saurait ni diriger le courant exactement vers l'endroit malade, ni limiter son action à la partie lésée sans toucher aux parties saines; on ignore également l'intensité exacte nécessaire pour produire un effet thérapeutique donné. Tout ceci enlève tout caractère de précision à la galvanisation crânienne comme méthode électro-thérapeutique et rend son application non seulement certaine, mais dangereuse.

Vu l'insuffisance de ses indications thérapeutiques et les inconvénients de son application, la galvanisation cérébrale doit être abandonnée dans le traitement

de toutes les affections organiques du cerveau et dans toutes les névroses fonctionnelles où l'excitabilité du cerveau est atteinte. Elle est absolument contre-indiquée dans l'épilepsie. Son champ d'action peut se borner tout au plus au traitement de certaines névroses où il serait utile de produire un effet de suggestion, celle-ci étant particulièrement favorisée par l'application du courant sur la tête.

L'électrisation du cerveau mis à nu dans un but d'exploration diagnostique ne présente aucune utilité pratique, tout en présentant un certain danger au point de vue des convulsions épileptiformes qui peuvent se produire à la suite de l'action excitante du courant, ceci étant vrai surtout des courants galvaniques interrompus et tout particulièrement des courants faradiques.

L'électrisation directe du cerveau dans un but de recherches présente les mêmes inconvénients et n'est pas justifiée par l'importance des résultats obtenus. Quel que soit, du reste, le but poursuivi — explorations seméiologiques, ou recherches physiologiques — l'électrisation directe du cerveau doit être considérée comme un procédé inutile, dangereux, et ne doit jamais être appliquée.

— Le Laboratoire et la Clinique ne sont là nullement d'accord, comme souvent d'ailleurs. La vie est impossible à reproduire. La galvanisation positive du front calme; la négative excite, d'où des indications bien déterminées aujourd'hui des applications de la galvanisation : Remak, Erb, Kowalesky, S. Leduc, Foveau de Courmelles,..., sont bien d'accord sur ce sujet. On confond trop souvent l'expérimentation sur l'animal sain avec le traitement de l'homme malade. En Russie, la galvanisation couramment appliquée

dans le traitement des maladies mentales a donné de très beaux succès (1).

De l'Electrodiagnostic en neurologie

L'électrodiagnostic, aujourd'hui indispensable en neurologie, s'apprécie par des contractions musculaires produites par la faradisation et la galvanisation. La faradisation n'est souvent pas perçue par les hystériques, auxquels, entre autres stigmates, s'ajoute cette insensibilité qui n'exclut pas les mouvements volontaires. Dans les cas de dégénérescence nerveuse ou musculaire où existe la réaction caractéristique, totale ou partielle, on trouve au début, pour la galvanisation surtout, des différences très difficiles à apprécier. On peut même créer artificiellement cette réaction de dégénérescence par des injections de strophantine (Cluzet). Le meilleur moyen d'apprécier ces lésions de début est de ne pas perdre de vue le muscle à observer (Foveau de Courmelles) et qui porte les deux électrodes du courant, la positive sur le tendon inférieur du muscle, et la négative sur la fibre musculaire; cela était impossible jusqu'ici, car la contraction étant ainsi obtenue, il fallait pour en obtenir une seconde, avec électrodes inversées, soit déplacer celles-ci, soit inverser le courant dans l'appareil électrique lui-même; pour cela, l'opérateur bougeait, perdait la mémoire visuelle de la contraction, et, avec le coefficient personnel d'erreur expérimentale que nous avons tous, pouvait arriver à des conclusions erronées, conclure à une intégrité inexistante. Si, au contraire, les phénomènes d'arrêt et de renversement

(1) Dr Foveau de Courmelles. *Comment on se défend de la folie*, 1 vol. in-8°, 70 p., Paris, 1901.

de courant se produisent automatiquement ou à près, sous les doigts de l'observateur, les deux contractions, avec les positions normale ou inversée du courant galvanique, sont facilement comparables et appréciables. C'est donc une question de méthode, très importante dans la pratique. Le métronome (S. Leduc) est une adaptation automatique satisfaisant au même but.

Bi-Electrolyse. Confirmation expérimentale de la théorie des ions. Analogies électro-vitales.

Depuis longtemps la pénétration médicamenteuse sous l'action électrique est un fait démontré; mais surtout depuis 1890 avec les recherches électro-chimiques de Foveau de Courmelles, la question est entrée dans la voie scientifique, il est acquis qu'il y a à la fois *cataphorèse* et *bi-électrolyse,* pénétration et échange de particules thérapeutiques (1). M. Bordier, avec du chlorure de lithium au bain positif, place la région goutteuse sur laquelle il veut obtenir une réduction des tophi. Pour cela son chlorure de lithium est en solution additionnée de 2 0/0 de lithine caustique. M. Destot, puis M. Labatut, en 1893, en étudiant ensuite leurs malades, ont vu que les urines donnaient le spectre du lithium. Les électrodes doivent être très larges, les mains à exostoses goutteuses, par exemple, seront placées dans le bain positif par leurs paumes, alors qu'une plaque négative de cinq cents centimètres carrés sera placée sur le dos des mains. On a ainsi

(1) Communications à l'Institut et à l'Académie de Médecine des 24 et 25 novembre 1890, au Congrès de l'Association Française pour l'avancement des sciences de Boulogne-sur-Mer (1899) et au XIII° Congrès international de Médecine (1900).

trouvé de l'acide urique sorti des tophi en vertu des lois de Faraday, qui veut que les *cathions* ou corps électro positifs aillent au pôle négatif et les *anions* ou corps électro négatifs aillent au pôle positif. Il se produit ainsi, avec des intensités pouvant aller à 100 milliampères, une diminution de poids (Guilloz) parfois considérable, mais souvent très instable, le malade pesé à diverses reprises dans la journée ayant parfois récupéré son poids, alors que souvent aussi persiste la diminution obtenue. Il y a une double action électrique et électrolytique. (V. *Electro-chimie*, p. 95).

Pour M. S. Leduc, le courant électrique dans les électrolytes est formé par le double courant des ions, les anions remontent le courant, les cathions le descendent.

Le corps de l'homme est un électrolyte ; lorsqu'on emploie pour y faire passer le courant des électrodes électrolytes, il y a, au contact de la peau et des électrodes, un échange des ions, par suite duquel les anions pénètrent dans le corps à la cathode, les cathions à l'anode.

En mettant deux animaux en série avec de larges électrodes, le courant disposé de telle sorte que l'anode qui fait pénétrer les cathions étant composé d'une solution de sulfate de strychnine, et la sortie du courant composé d'une solution de chlorure de sodium pour le premier sujet, et la disposition inverse étant prise pour le second animal, si le courant est assez intense, l'animal dont l'anode contient la strychnine meurt rapidement dans les convulsions, alors que chez l'autre, qui a la strychnine à la cathode, l'on ne constate aucun accident.

Si l'expérience est faite avec une solution de cyanure de potassium, c'est le contraire qui a lieu et l'a-

nimal qui a le cyanure à l'anode résiste; l'autre étant tué en quelques minutes.

L'on peut, en conséquence, modifier l'excitabilité sur le vivant en faisant pénétrer des ions de différentes natures dans les nerfs moteurs, au travers de la peau.

L'on peut facilement tracer la courbe de conductibilité des corps pour différentes natures d'ions; la résistance du corps n'est que la résistance à leurs mouvements.

Les ions monoatomiques, petits et simples, trouvent d'autant moins de résistance de la part du corps, tandis que ceux formés d'un plus grand nombre d'atomes, plus gros ou plus compliqués, voient la résistance du corps augmenter pour leur passage.

C'est donc de la nature même et des mouvements des ions que dépendent tous les phénomènes physiologiques produits par les courants électriques, et les actions thérapeutiques varient d'une façon considérable, selon la nature des ions.

M. Guilloz, recherchant les conditions d'introduction des ions toxiques dans l'organisme par l'électrolyse, a fait des expériences analogues à celles qui précèdent, en collaboration avec M. Charpentier, et a obtenu les mêmes résultats. Il y a lieu de faire un choix rationnel pour la nature des sels à introduire dans les tissus par électrolyse. Ces ions pénètrent très lentement dans l'organisme; *c'est par centième de millimètre par seconde* sous une différence de potentiel de un volt par centimètre. *La nutrition pourrait très bien n'être qu'un échange ionique!* M. Foveau de Courmelles a démontré (*Académie de Médecine*, 25 juillet 1893; Congrès de Bordeaux, 1895) que les réactions chimiques digestives dégageaient des courants électriques, avec vraisemblablement des régions

polaires expliquant les choix organiques dans l'assimilation.

En plus de ces phénomènes électro-digestifs, il faut citer le Dr Edouard Branly, qui, après la découverte de la *contiguité* des neurones et l'amœboïsme des filets nerveux, a démontré l'analogie de vibration, de conductibilité, d'arrêt, avec les radio-conducteurs de la télégraphie sans fils qu'il a découverts, et qui se comportent comme l'organisme de certains hystériques ou épileptiques mis soudainement en impulsion, en inhibition... avec des chocs extérieurs, des finesses imperçues par les individus sains.

Enfin pour une récente étude de psycho-physiologie musicale, M. Firmin Larroque a fait diverses expériences où l'intensité sonore impossible à apprécier par l'oreille, était mesurée par l'induction électromagnétique variant dans un téléphone en proportion de l'énergie totale productrice du son. La méthode de réduction au silence dans le récepteur téléphonique où le barreau aimanté était remplacée par un tube à limaille de fer, s'appliquait en enlevant de la limaille, puis plus tard en éloignant le noyau de la plaque téléphonique.

Il conclut :

J'admets avec Nilsl, Ramon y Cajal, Sugaro, Lenhosseck et Marinesco, que la substance achromatique de la masse protoplasmique sert à la conduction de l'influx nerveux; personnellement je suis porté à considérer la substance chromatique comme un accumulateur d'énergie, au figuré comme un électro-aimant qui serait chargé d'entretenir pendant un temps donné la vibration d'un diapason ayant reçu d'ailleurs une première impulsion (déclanchement) vibratoire.

L'absorption cutanée des médicaments ou de corps nocifs, même sans courants, n'est-elle pas aujourd'hui

indéniable, et la *colique de plomb* des ouvriers travaillant aux accumulateurs signalée en 1900 en est une nouvelle preuve.

De l'action de l'Electricité atmosphérique et de l'ozone sur les êtres vivants (1)

L'*électricité atmosphérique,* bien qu'en quantité plutôt faible dans nos pays, n'en agit pas moins, soit par elle-même, soit par son effet immédiat, l'*ozone*, sur les individus, au point de vue physiologique, d'où les indications thérapeutiques qu'on en a pu déduire. Les courants aériens, frottement des nuages, condensation de la vapeur d'eau, produisent de l'électricité et de l'ozone.

L'Algérien du Sud, dont le tempérament est dissemblable de l'Européen, doit ses tendances aussi bien à la chaleur énervante qu'à l'électricité abondante de son climat. Dans le Nord du Sahara, Ouargla, Zelfana, en des temps orageux ou non, l'intensité des phénomènes dépendant seule de cette production électrique visible ou non, mon beau-frère, M. Fernand Wegler, et d'autres observateurs ont noté l'électricité qui s'échappait des cheveux, des tentes, des animaux. Les combustions s'activent, la fièvre se produit. N'est-ce pas les mêmes phénomènes qui se produisent quand on place des animaux, lapins, cochons d'Inde, chiens, oiseaux, dans une atmosphère ozonée au 1/2000e (Selighson, Kuborn, Maurice de Thierry); on constate d'abord de l'excitation, puis la dépression consécutive, l'inflammation de la trachée, des bronches, des

(1) Dr FOVEAU DE COURMELLES, Section IV, *Physiologie*, XIIIe Congrès international de Médecine, Paris, 1900.

poumons. C'est encore par la présence en excès de l'ozone dans l'atmosphère, le défaut à d'autres époques, que certaines maladies par excès ou défaut de circulation ont été constatées; cause ou coïncidence, l'excès d'ozone ou la grippe par exemple (Schönbein, Foveau de Courmelles, Van Bastelaer) méritent bien quelque attention des physiologistes et des hygiénistes. Pour d'autres observateurs, cet excès d'ozone donnerait dans l'organisme une composition stable d'oxyhémoglobine (Gautrelet) qui ne rendrait pas son oxygène au sang; pour d'autres (Mount Bleyer), le simple courant continu produirait dans le sang de l'ozone actif (1). La respiration qui effectue 21 à 22,000 inspirations en 24 heures peut faire absorber jusqu'à un demi-milligramme, et des expériences récentes ayant démontré irréfutablement le pouvoir antiseptique puissant de l'ozone (Voir *Stérilisation de l'eau,* p. 109), on ne peut lui dénier une action organique, efficace et thérapeutique, toxique et vénéneuse, selon la dose. Les phénomènes de nutrition suractivée, de température régularisée par l'affluve de haute fréquence, si productrice d'ozone, démontre l'efficacité thérapeutique de l'oxygène électrisé et sa grande action sur les êtres vivants.

(1) Aussi Foveau de Courmelles a-t-il été conduit, en présence des autopsies d'animaux ou de personnes foudroyées (Marat, Brouardel), devant la constatation du cœur rempli de sang, phénomène que produirait aussi l'intoxication par l'ozone, à se demander si, dans certains cas, l'asphyxie électrique ne tiendrait pas à la formation instantanée, par le courant électrique, d'une grande quantité d'ozone dans l'organisme. (Discussion de l'ozone au Congrès de l'Association francaise pour l'avancement des sciences, Paris, août 1900, mais l'observateur questionné, bien que paraissant avoir *récemment* très étudié les intoxications par l'ozone, n'a pu donner de réponse.)

Nouveau traitement de la sciatique

L'originalité consiste pour nous en ce que l'auteur au lieu d'appliquer le pôle positif du courant continu éminemment sédatif sur la région douloureuse, la recouvre au contraire du pôle négatif irritant et en vante les succès. Le Dr Ch. R. Dickson, de Toronto, a exposé à la *Société Française d'Electrothérapie* son *modus faciendi*. Il est d'avis qu'aux meetings de l'Association Américaine d'Electrothérapie, il y aurait grand intérêt à discuter le traitement de l'une des affections qui se rencontrent le plus communément dans la pratique. Il donne l'exemple en présentant aujourd'hui quelques réflexions au sujet de la sciatique qui, dit-il, est la bête noire des praticiens, contre laquelle viennent échouer trop fréquemment tous les traitements recommandés dans les manuels classiques, et cédera très souvent à un traitement électrique employé avec patience et discernement.

Il n'existe pas de règle absolue, et le jugement du médecin sera son meilleur guide en face de chaque cas.

Le diagnostic exact devra être établi avec le plus grand soin.

Lorsque l'affection en est encore à la période d'acuité, c'est au courant continu qu'il conviendra d'avoir recours. Une large électrode positive sera placée sur la région épigastrique, et à demeure, pendant que l'électrode négative petite et labile sera appliquée pendant un temps court sur chaque point douloureux en glissant de l'un à l'autre.

Le courant est élevé graduellement jusqu'à 5 milliampères, rarement jusqu'à 10; il est prudent de n'employer que de faibles doses et d'éviter de produire de la douleur; une sensation marquée de chaleur est

tout ce qui doit être ressenti ; l'électrode labile sera portée sur un autre point si cette sensation de chaleur devient intolérable. Quant tous les points ont été électrisés de la sorte, le pôle négatif sera attaché à une électrode fixe de grandes dimensions sur laquelle reposera le pied du côté malade; la petite électrode labile est alors reliée au pôle positif et appliquée sur chacun des points douloureux comme il a été dit auparavant.

Dans les cas très sérieux les applications seront journalières, mais habituellement 3 séances par semaine seront suffisantes. Dans tous les cas il n'est pas opportun de prolonger chaque séance au delà de vingt minutes.

Le but de cette manière d'agir est d'obtenir les effets contre-irritants, analgésiques et absorbants de l'électricité.

Lorsque les symptômes les plus aigus ont cédé, mais que le mal persiste, des mesures plus énergiques doivent être prises et il faut appeler à son aide l'électricité statique en tirant de longues étincelles positives, tout le long du trajet douloureux, suivies d'effluves positives, trois fois par semaine, L'électricité statique a un effet marqué sur la nutrition des tissus.

Lorsque la maladie est devenue chronique et qu'il existe des dégénérescences et de l'atrophie dans les muscles environnants, le courant induit sera employé avec avantage, de préférence avec une tension élevée, en application sur les muscles, qui bénéficieront en même temps de l'effet sédatif de la haute tension.

Résonnateurs Bi-Polaires

Le Dr Oudin, qui avait autrefois imaginé un renforçateur des courants de décharge des condensateurs dits courants de haute fréquence, vient de doubler son appareil de très ingénieuse façon réalisée par le constructeur O. Rochefort. L'effluvation si utile contre les dermatoses et la tuberculose se trouve ainsi doublée. Deux bouteilles de Leyde montées en quantité reçoivent par leurs armatures internes les pôles positif et négatif de l'induit de la bobine; les quatre armatures externes sont reliées de façon à envoyer à chaque solénoïde, par quelques spires en court circuit, un fil positif et un fil négatif; les deux extrémités actives de chacun des deux résonnateurs sont ainsi positive et négative. Si l'on applique alors sur le patient l'une de ces extrémités actives de résonnateurs, et que l'on dirige l'autre vers lui, vers son thorax par exemple, s'il est tuberculeux, vers sa région prurigineuse,... on voit sortir de longues effluves qui le pénètrent, provoquant en lui des réactions électriques et physiologiques très puissantes.

Le Dr Lebailly a invente un modèle où un seul solénoïde est nécessaire; quelques tours de spire (d'Arsonval) glissant le long du solénoïde peuvent former une sorte de bobine accordée et donner le même résultat.

Action des courants de haute fréquence et de haute tension sur la tuberculose pulmonaire chronique.

Depuis près de cinq ans, M. E. Doumer poursuit l'étude de l'action des courants de haute tension sur la tuberculose pulmonaire chronique.

« Mes recherches, dit-il, ont porté jusqu'à ce jour

sur dix-sept malades des deux sexes, atteints de cette affection à des degrés divers ; les résultats qu'elles m'ont donnés sont assez constants et assez nets pour qu'il ne soit pas à craindre que des observations ultérieures viennent modifier les conclusions générales que je crois pouvoir en tirer.

« La plupart de ces malades étaient dans la période de crudité de la tuberculose pulmonaire; quelques-uns avaient déjà dépassé cette première période et présentaient des signes très nets de ramollissement; deux seulement en étaient encore à la période dite *prétuberculeuse*. Je ne crois pas inutile de dire que la plupart de ces malades, qui tous d'ailleurs étaient pris dans la classe ouvrière ou peu aisée, ont été soignés publiquement dans mon service de l'hôpital Saint-Sauveur, de Lille, sous les yeux de mes élèves. Beaucoup m'étaient envoyés par mon collègue de la Faculté, M. le docteur Lemoine, professeur de clinique médicale à la Faculté de médecine de Lille, dans le service duquel ils se trouvaient; ces derniers étaient et sont encore attentivement suivis tant par M. Lemoine lui-même que par ses chefs de clinique, MM. Gallois et Huyghe, et par les nombreux élèves qui sont attachés à ce service.

« Pour tous ces malades, la technique opératoire a été à peu près la même : pour tous, en effet, je promenais l'effluve, provenant d'un puissant appareil, sur la surface du thorax correspondant aux lésions tuberculeuses constatées ou soupçonnées, tant en avant qu'en arrière, c'est-à-dire, dans la très grande majorité des cas, dans les fosses sous-claviculaires et dans les fosses sus et sous-épineuses. Les séances étaient le plus souvent quotidiennes, parfois elles n'avaient lieu que trois fois par semaine et duraient de cinq à douze minutes. Je ne cherchais nullement à éviter les étincelles longues et grêles, qui d'ailleurs ne sont pas douloureuses,

qui s'échappaient parfois entre l'électrode et le malade; parfois même je provoquais intentionnellement ces étincelles.

« Quoique la réaction à ce traitement ait varié dans d'assez grandes limites, en raison de conditions individuelles ou bien en raison du degré d'avancement des lésions et de l'état diathésique plus ou moins accusé, on peut cependant tirer quelques conclusions générales. Pour les exposer plus clairement, je prends comme type les réactions d'un malade atteint de tuberculose pulmonaire dans sa première période et présentant les signes les plus habituels et les plus constants de cette affection.

« Les divers symptômes ne cèdent pas avec la même rapidité à ces sortes d'applications ; quelques-uns cèdent dès le commencement du traitement, c'est le cas de la *transpiration* et de la *fièvre vespérale;* d'autres sont plus lents à disparaître, comme l'*amaigrissement*, la *toux* et l'*expectoration ;* d'autres enfin ne cèdent qu'à un traitement longtemps prolongé, tels que les *signes sthétoscopiques ;* quelquefois même ils persistent, quoique fort atténués, pendant des années après la fin du traitement.

« Les premières applications ne produisent généralement aucune modification particulière ; peut-être cependant, dans des cas de particulière susceptibilité des voies respiratoires, elles augmentent momentanément les quintes de toux, elles les provoquent alors pendant leur durée même. Mais vers la cinquième ou la huitième application, les *transpirations nocturnes* commencent à diminuer et elles se tarissent complètement vers la quinzième séance. Cette disparition est complète et définitive, je n'ai observé de retour que dans deux cas, à l'occasion de rechutes dues à des refroidissements.

« L'atténuation de la *fièvre vespérale* se fait à peu près dans le même temps : l'accès de fièvre est d'abord de durée moindre, puis il cesse complètement et, comme pour les transpirations, cette disparition de la fièvre est définitive, il est très rare d'en constater le retour au cours du traitement.

« Vers la quinzième séance, souvent plus tôt l'*appétit* commence à devenir meilleur ; il est capricieux encore et même inconstant, mais il ne tarde pas à s'affermir et à devenir non seulement normal mais encore impérieux. C'est là ce que l'on constate, en général, vers la fin du premier mois ou vers le milieu du second mois du traitement.

« Tels sont les premiers effets que l'on constate, mais ils ne sont pas les seuls que l'on puisse attendre de ces applications : vers le second mois du traitement, souvent plus tôt, rarement plus tard, la *toux* devient moins pénible. Il n'est pas rare de voir les malades dormir toute la nuit d'un sommeil réparateur, non troublé, d'autant plus calme que depuis longtemps déjà ils n'ont plus de transpirations. Les quintes de toux ne reviennent alors que le soir et le matin, et encore durent-elles moins longtemps et sont-elles moins pénibles.

« L'*expectoration* subit des modifications parallèles, tant au point de vue de l'abondance que de la nature des crachats. Elle devient, en effet, de moins en moins abondante en même temps que, de purulents, les crachats deviennent hyalins et muqueux. Dans les cas où il a été possible de faire d'une façon régulière l'examen bactériologique des crachats, on a constaté une diminution très accusée des bacilles et parfois leur disparition complète.

« Mais, contrairement à ce qui se passe pour la transpiration et pour la fièvre, on a de fréquents retours en

arrière ; il est habituel de constater, après une période d'absence complète de bacilles dans les crachats, une réapparition de ces micro-organismes. Ils ne disparaissent complètement et d'une façon définitive que beaucoup plus tard, vers la fin du traitement.

« Les *râles* et les *craquements* se raréfient et finissent par disparaître, comme si les lésions anatomiques qui les produisent disparaissaient elles-mêmes et laissaient à leur place un tissu pulmonaire sain et normal. Cette disparition des râles et des craquements est lente à se produire ; ce n'est guère que vers le troisième ou le quatrième mois du traitement qu'on commence à la constater. Mais j'ajoute qu'elle est la règle et que rares sont les cas où elle n'est pas complète ou à peu près complète vers le sixième ou le huitième mois de traitement.

« Enfin, comme il est facile de le prévoir d'après l'amélioration des signes que je viens d'énumérer, l'*état général* lui-même s'améliore dans de très grandes proportions. D'abord l'*amaigrissement* s'arrête, puis peu à peu le *poids* du corps commence à augmenter, et il le fait parfois d'une façon très rapide.

« Je sais avec quelle prudence il faut parler de guérison dans une maladie aussi décevante que la tuberculose pulmonaire ; ce ne sera que par une observation prolongée pendant des années que l'on pourra constater si les améliorations que je viens de décrire sont permanentes et peuvent être considérées comme définitives. Cependant, si des dix-sept cas sur lesquels je me suis basé pour établir les conclusions qui précèdent je ne retiens que les cinq premiers cas dont le traitement est terminé depuis deux ans au moins, je puis dire que pour eux la guérison symptomatique s'est maintenue sans fléchir, malgré de graves maladies intercurrentes ; je puis dire aussi que les lésions pulmonaires dont on avait constaté la disparition ou une atténuation équi-

valente à une guérison sont restées dans le même état qu'au moment de la cessation du travail (1). »

Depuis, MM. Lagriffoul, Desnoyés et Foveau de Courmelles,... ont confirmé ces résultats par l'obtention de guérisons identiques. La *lumière* (voir p. 307) a des actions analogues, témoin l'influence des stations hivernales.

Vibrothérapie. Electricité et myopie,...

Cette affection de l'œil est si forte parfois chez certaines personnes, qu'elle équivaut à une perte presque complète de la vue. Elle est surtout très fréquente en Allemagne, pays où les lunettes d'or sont chose ordinaire; il était donc tout naturel que là-bas on s'enquît tout particulièrement de rechercher les remèdes à ce mal,

Le docteur J. Mooser a trouvé que la partie lenticulaire de l'œil était diamagnétique : il est donc permis de conclure qu'un traitement magnétique pourrait guérir cette affection en aplatissant cette partie lenticulaire. Le massage de l'œil, vibrothérapique ou manuel, déjà fait, agissait dans le même ordre d'idées, avec un mode différent d'action.

Nouveaux appareils vibrothérapiques. — Le massage électro-mécanique et vibrothérapique, plus régulier que l'effort humain, se substitue de plus en plus au massage classique. Les moteurs électriques transmettent leur mouvement à une tige flexible portant une série de masseurs, concusseurs, tournant, frappant, vibrant sur la partie malade. En plus de ces appareils devenus classiques, se sont créés récemment des types nouveaux. Sur l'axe du moteur se fixe le bras

(1) (Académie des Sciences, 26 février 1900.)

flexible qui fait mouvoir une petite boule qui tourne rapidement dans une toile métallique et donne à celle-ci des mouvements vibratoires très intenses. La petite boule communique des vibrations d'autant plus fortes que son réglage la place près du bord de la grande boule, et d'autant plus faibles qu'elle est vers le centre.

Dans un autre appareil également nouveau, du même constructeur Rich. Ch. Heller, un excentrique s'agite dans du mercure et lui communique des mouvements qui se transmettent à l'enveloppe sphéro-métallique extérieure appliquée sur le malade, et font trépider la région malade d'une façon d'autant plus intense que les mouvements du moteur sont eux-mêmes plus rapides.

— Aux appareils de gymnastique en chambre par traction sur bandes élastiques, on a adapté des contacts électriques qui augmentent encore l'action.

Des indications électriques en gynécologie (1)

Il s'agit d'une série d'applications thérapeutiques personnelles.

L'*utérolyse* est une opération qui ouvre un col utérin imperforé ou incomplètement ouvert ; l'électrolyse circulaire avec olives, et une antisepsie rigoureuse, crée un col utérin ; on empêche quelque jours les parois de s'accoler par des mèches ou une sonde à demeure.

Le *massage électrique* contre les déviations utérines se fait au moyen d'électrodes à capuchon avec tiges centrales plus ou moins longues ; le col est ainsi maintenu extérieurement, l'intérieur du col et du corps utérin, si cela est nécessaire, reçoivent une tige qui

(1) Dr Foveau de Courmelles, Communication à l'Association Française pour l'avancement des sciences, Paris, août 1900.

agira en leur intérieur. L'appareil mono ou bipolaire maintient mécaniquemennt les organes le plus près possible de leur position normale et les y ramène peu à peu, l'induction aidant.

Le *curettage électrique* ou *pyrogalvanique* se fait en diagnostiquant par un courant électrique faible les points lésés dans la cavité utérine et y appliquant un courant thermique par une anse spéciale de platine qui devient rouge au moment voulu. La patiente accuse elle-même des maximums de lésions ; la sensation désagréable ou un peu douloureuse qu'elle perçoit au courant explorateur détermine les points à cautériser. L'appareil explorateur et thermique est unique et permet sans déplacement l'examen et la cautérisation. Cette opération rapide se fait sans grande douleur, sans anesthésie, ni hémorrhagie, et sa convalescence est rapide. La dilatation et l'antisepsie se font comme pour le curettage classique. Ce curettage pyrogalvanique présenté avec éloges par Péan, à l'Académie de Médecine, les 8 novembre 1892 et 19 novembre 1895, compte aujourd'hui plus de 150 cas d'endométrite hémorrhagique, voire d'endométrite avec lésions des annexes, mais sans rétraction placentaire, où il a réussi, tant par son action propre que par son pouvoir révulsif à distance.

De l'électricité dans les affections cutanées (1)

Toutes les formes électriques trouvent leur application en dermatologie, depuis les nouvelles modalités comme la lumière électrique, l'affiuve de haute fréquence, les rayons X, comme les anciennes, électricité statique, courants continus et induits.

(1) Dr Foveau de Courmelles. Section XIV. — XIIIe Congrès International de Médecine, Paris 1900.

Les courants continus, sous forme d'*électrolyse positive* avec aiguilles multiples enfoncés en la peau ou la tumeur, est le traitement de choix pour les nœvi musculaires ou les *angiomes* extérieurs. L'implantation perpendiculaire est préférable à la transfixion longitudinade. L'insensibilisation doit se faire par les chlorures de méthyle ou d'éthyle plutôt que par les injections sous-cutanées qui laissent souvent des traces ou des cicatrices. La durée du traitement varie avec l'étendue et l'âge de la lésion. Les *nœvi pigmentaires*, souvent accompagnés d'*hypertrichose*, sont plus longs à traiter et se trouvent mieux de l'*électrolyse négative*, voire de l'*électrolyse bipolaire*.

Avec adjonction médicamenteuse, *bi-électrolyse*, en bains locaux, les courants continus améliorent certains psoriasis, mais les *effluves statiques et de haute fréquence* agissent plus vite.

La *lumière électrique* compte maintenant un certain nombre de succès contre le *lupus*. J'ai employé deux fois les rayons X, une fois sans résultat, dans un cas où la tuberculose pulmonaire et la syphilis évoluaient avec l'affection cutanée du visage, et une autre fois avec plein succès, pour un lupus étendu de la face, chez un individu sain, sauf cette lésion. Ce patient de trente-deux ans avait vu, en quatre ans, sa manifestation cutanée détruire la cloison nasale, prendre le nez, les joues, le tour des yeux... et cela, malgré les traitements les plus variés, des médecins les plus autorisés, médications spécifiques — que rien ne justifiait en l'espèce — ou autres. En 140 séances d'une demi-heure, la guérison fut parfaite. La dermatite du début fut supprimée ensuite par une plaque d'aluminium reliée au sol et interposée entre le patient et le tube de Crookes. (V. p. 307.)

Action anesthésique pour les luxations

M. le Dr Sudnik, de Buenos-Ayres, a eu l'idée d'employer les courants de haute fréquence pour un cas de luxation de l'épaule du type intra-caracoïdien, en appliquant une plaque sur le deltoïde et l'autre sur le poignet. Pendant une de ces applications, la tête humérale pu être réduite grâce à la sédation de la douleur et à la résolution musculaire obtenues. Notre savant confrère en conclut : 1° que les courants de haute fréquence ont une action anesthésique indiscutable ; 2° que ces courants ont une action sur la contracture d'origine traumatique.

Extraction d'objets métalliques de l'organisme avec l'électro-aimant

A la Société de Chirurgie de Lyon (Séance du 29 juin 1900), une communication intéressante porte sur l'extraction d'un clou en fer de 53 millimètres de longueur retiré des bronches intra-pulmonaires par l'électro-aimant et la trachéotomie, par M. Goullioud. Ce corps étranger avait pénétré dans les voies respiratoires d'un enfant de vingt mois. Il y était resté deux mois environ sans provoquer d'accident. M. Garel, qui soignait ce petit malade, fit pratiquer, par M. Goullioud, une trachéotomie et introduisit dans la trachée ainsi ouverte l'extrémité effilée d'un puissant électro-aimant. Le clou se précipita immédiatement sur l'instrument qui l'attirait.

Il siégeait, comme l'a démontré la radiographie faite par M. Destot, dans les premières bronches du côté droit et semblait bien avoir quitté entièrement la

trachée. Cette observation a été présentée à la Société des Sciences Médicales, par M. Garel, avec tous les détails qu'elle comporte, mais M. Goullioud a cru devoir signaler à la Société ce moyen, qu'il croit inédit, d'enlever les corps étrangers des voies respiratoires profondes. Le succès a été complet et cette méthode ne saurait, en effet, provoquer d'accidents. On n'oserait en dire autant de la préhension directe par les pinces de semblables corps étrangers.

Haab, en Allemagne, a construit un électro-aimant très puissant et spécial pour les oculistes qui ont à extraire des yeux des particules de métaux magnétiques.

Des actions spécifiques, électriques et radiographiques

Les actions spécifiques, c'est-à-dire indiscutablement curatives, de certains médicaments ou de l'électricité, sont plutôt rares, faisant bénéficier des cas restreints, de ces médications, infaillibles ou à peu près, d'où la richesse de la pharmacopée. Les agents médicamenteux, comme l'électricité, sous ses diverses formes, et qui agit de même façon par sa répétition suffisante, présente des phénomènes de guérison attribuables seulement à une action déterminée. Cette action spéciale, spécifique de l'électricité, sur des cas typiques et consacrés, peut se dresser en un tableau d'ensemble, susceptible de s'étendre, mais est encore restreint. Dans les autres cas, l'électricité pourra néanmoins agir, mais comme toute autre médication, et on la peut et doit toujours l'essayer, quand tout a échoué.

Les *paralysies* d'origine centrale cèdent à la faradi-

sation ; l'*occlusion intestinale*, à la galvanisation, avec interruptions rhytmées ; l'élément *douleur*, d'où qu'il vient, se trouve calmé, momentanément au moins, par la galvanisation positive ; de même l'*hémorrhagie* et la *douleur* de la fibromateuse ; les *rétrécissements* non traumatiques de l'urèthre, de l'œsophage, du col utérin, voire traumatiques (1) cèdent à l'électrolyse négative, traitement de choix ; l'*hypertrophie prostatique* s'améliore par la galvanisation positive ; les *tophi* goutteux se dissolvent par la bi-électrolyse des sels de lithine en présence des nodosités ; l'*hypertrichose* et les *nœvi* cèdent à l'électrolyse négative et positive ; la *neurasthénie* ne disparaît qu'avec la franklinisation ; la *tuberculose cutanée et pulmonaire* doit d'éclatants et nouveaux succès à la lumière électrique, aux rayons X, à l'effluve de haute fréquence.

Les explications thérapeutiques de ces actions spécifiques sont aussi simples que pour les médicaments qui guérissent : la contractilité musculaire, la dissolution chimique, la transformation lente de l'organe, la circulation et la nutrition activées.., suffisent, selon les cas, à démontrer l'action vitale, analogue à nos phénomènes biologiques, de l'électricité dans l'organisme humain.

(1) Arthur G. Minshall, *in Philadelphia Médical Journal*, 6 février 1900.

CHAPITRE XIV

RADIOGRAPHIE

Propriétés des radiations du radium. — La transmission du radium à travers les corps opaques. — Sur la transparence de l'aluminium pour le rayonnement du radium. — Sur les propriétés des corps radio-actifs. — Sur quelques effets photochimiques produits par le fil radiateur des ondes hertziennes. — Fluorescence de l'aluminium et du magnésium. — Influence des rayons X sur la résistance électrique du Sélénium. — Redresseur cathodique pour courants induits. — Egaliseur d'induction. Endiascopie. — Etude radioscopique de la voix. — Diagnostic des lésions et altérations morbides à l'aide des rayons X. — La radiographie dans l'étude des fractures et des luxations. — Diagnostic des tumeurs osseuses, calculs... — La radiothérapie. — Photographie dans la scarlatine. — Yeux et rayons X. — Les méfaits de la radiographie. — Applications industrielles des rayons X.

Propriétés des radiations du radium

M. Becquerel a mis au point cette année diverses recherches sur la phosphorescence des corps. Il a constaté que certaines substances s'illuminent sous l'action des radiations du radium, tandis que d'autres, restent inertes. Les premières sont celles chez lesquelles les rayons ultra-violets développent la phosphorescence, les secondes sont celles qui acquièrent cette propriété sous l'action des rayons rouges. Il a également étudié les variations d'intensité des rayons phosphorescents sous l'influence des changements des distances de la source radiante à la plaque phosphorescente. Il rappelle ensuite que la fluorine développe,

quand on la chauffe, une énergie accumulée pendant sa formation et devient ainsi lumineuse. Elle se décolore ensuite en s'éteignant, et enfin redevient phosphorescente lorsqu'elle est exposée aux rayons ultra-violets. Les rayons du radium restituent pareillement à la fluorine décolorée et éteinte sa phosphorescence. C'est donc une seconde analogie entre les rayons ultra-violets et les radiations du radium. M. Berthelot observe que le phénomène offert par la fluorine est complexe. Cette substance renferme, en effet, des sels de manganèse qui sont ramenés par la chaleur à l'état de sels de protoxyde et par suite décolorés. Il se peut que ces derniers sels exposés à l'air s'oxydent.

Ainsi le phénomène observé par M. Becquerel est-il doublé d'un effet chimique. M. Becquerel objecte que la fluorine régénérée par les rayons du radium reste lumineuse après l'exposition pendant plus de vingt-quatre heures; circonstance qui exclut une cause purement chimique.

Les rayons déviables du radium se comportent comme les rayons cathodiques des tubes de Crookes (P. Villard).

La transmission du rayonnement du radium au travers d'un écran est accompagnée de plusieurs phénomènes distincts : une absorption élective, une diffusion parfois considérable, une émission de rayons secondaires comprenant : des rayons déviables par un champ magnétique, des rayons qui ne le sont pas, et enfin une transmission directe d'une partie du rayonnement issu de la source.

D'autre part, des échantillons de matières radioactives à base de bromure de baryum ont manifesté de la phosphorescence à la température ordinaire, alors qu'ils la perdaient avec l'élévation de la température.

M. E. Dorn a constaté l'analogie des rayons Bec-

querel avec les rayons cathodiques de Lenard, les uns et les autres ont leur action sur un écran fluorescent affaiblie ou renforcée par la création d'un champ électrique, selon que les lignes de force ont la direction des rayons ou la direction opposée.

La transmission du rayonnement du radium au travers des corps

« Dans des Communications précédentes — dit M. Henri Becquerel — j'ai signalé le fait que l'absorption du rayonnement du radium par divers écrans était variable avec la distance de ces écrans à la source radiante. Si l'on disperse par un champ magnétique la partie déviable de ce rayonnement, et si on le reçoit sur une plaque photographique, on reconnaît que divers écrans placés sur la plaque arrêtent les radiations les plus déviées, jusqu'à une limite inférieure variable avec chaque écran, tandis que ces mêmes rayons semblent traverser les écrans lorsqu'ils sont placés près de la source.

» La variation de l'absorption avec la distance des écrans à la source radio-active a été vérifiée par M. et Mme Curie au moyen d'expériences électriques, et par MM. Meyer et Schweidler au moyen de la phosphorescence.

» La première idée qui vienne à l'esprit lorsqu'on cherche à expliquer ce phénomène est de supposer que, au sortir de l'écran absorbant, on ait affaire à un rayonnement nouveau. Ce rayonnement pourrait être le rayonnement incident, dont toutes les radiations auraient une vitesse moindre et seraient transformées en radiations plus déviables ; il se pourrait encore que ce rayonnement fût constitué par des radiations secondaires de la nature de celles que j'ai indiquées l'année

dernière, qui paraissent analogues à celles que M. Sagnac a trouvées pour les corps frappés par les rayons X. Ces radiations nouvelles pourraient être identiques aux radiations absorbées, ou avoir une vitesse moindre.

» Dans les Notes rappelées plus haut, j'ai indiqué quelques expériences qui m'avaient été suggérées par ces hypothèses, et qui ont montré que, dans les conditions particulières où je me trouvais, pour des distances de la source ne dépassant pas 1^{cm} environ, le rayonnement transmis semblait émaner de la source plutôt que de l'écran, et que le rayonnement secondaire ne paraissait pas avoir un effet prépondérant. Il en est autrement pour d'autres dispositions expérimentales.

» Depuis cette époque, plusieurs observateurs ont attribué au rayonnement secondaire un rôle prépondérant dans la transmission du rayonnement des corps radio-actifs.

» M. Villard (1) admet, par analogie avec les rayons cathodiques, que tout écran frappé par le rayonnement du radium substitue à ce rayonnement incident un rayonnement qui lui serait propre, et serait toujours normal à la surface de l'écran.

» Suivant M. E. Dorn (2), les corps radio-actifs émettraient principalement des radiations non déviables, et les radiations déviables seraient des radiations transformées. M. Dorn m'a écrit récemment pour me proposer une explication des phénomènes rappelés au début de cette Note, en admettant la transformation des radiations incidentes.

» Les expériences suivantes, dont quelques-unes remontent au début de mes recherches, montrent que

(1) *Société de Physique*, 2 mars 1900.

(2) *Abhandl. der Naturforschenden Gesellschaft zu Halle*, Bd. XXII, p. 42, 20 janvier 1900.

ces idées ne peuvent être accueillies sans réserve, bien que le rayonnement secondaire puisse, dans certains cas, devenir comparable et même plus intense que le rayonnement transmis.

» Tout d'abord je rappellerai que le rayonnement du polonium préparé par M. et Mme Curie n'est pas déviable et que, même en couvrant la matière par un écran d'aluminium, on ne réalise pas une transformation en rayons déviables dans les conditions, antérieurement décrites, de mes expériences. On n'observe pas non plus, sur la plaque photographique, d'effet dû à des rayons secondaires émis par l'aluminium sous l'influenee de la radiation du polonium.

» Pour reconnaître si le rayonnement émis par une source radio-active traverse un écran, je me suis proposé d'étudier l'ombre portée par un objet opaque situé de l'autre côté de cet écran, et de rechercher si l'ombre pouvait être attribuée à des rayons issus soit de la source, soit de l'écran. Je distinguerai deux cas, celui où l'on opère dans un champ magnétique, et où l'ombre est produite par les rayons déviables dispersés, et le cas où l'on opère avec le rayonnement total non dispersé.

» 1° *Rayonnement déviable.* — Dans une expérience décrite antérieurement, j'avais reconnu que, si l'on dispose une plaque photographique horizontalement dans un champ magnétique, en posant sur celle-ci une petite cuve contenant la matière radio-active, l'ombre de divers objets, produite par les rayons ramenés sur la plaque est très sensiblement la même lorsqu'on vient à couvrir la source par une gouttière cylindrique d'aluminium parallèle au champ. Sous la gouttière le rayonnement secondaire donne une impression intense ; le bord de la gouttière projette lui-même

une ombre, montrant que dans cette région les rayons les plus déviables, qui du restent pénètrent très obliquement, ont été arrêtés.

» M. Villard a très justement objecté à cette expérience que, si le rayonnement secondaire était normal au cylindre d'aluminium, tout se passerait comme si la source était l'axe du cylindre.

» L'expérience suivante ne prête pas à cette objection. On dispose normalement à la plaque photographique un écran plan en aluminium, de 0 mm 1 d'épaisseur, cet écran étant presque au contact de la cuve contenant la matière active. Si l'on établit contre l'écran, et en dehors, une bande verticale de plomb de très faible épaisseur, on reconnaît que cette bande ne donne pas d'ombre dans la partie la moins déviée de l'impression, mais les rayons les plus déviables projettent une ombre dans laquelle on peut distinguer un mélange de radiations issues de la source et de radiations plus faibles issues de l'écran et déviées par l'aimant. L'expérience est plus nette si l'on substitue à la mince bande de plomb une bande verticale de 1mm d'épaisseur environ et de 5mm de largeur, à 3mm en avant de l'écran. En disposant de l'autre côté de la source une bande toute semblable, on peut, par un renversement du champ, obtenir sur la même épreuve deux ombres, l'une au travers de la lame verticale d'aluminium, l'autre sans l'interposition de cette lame; on reconnaît dans la première un mélange de radiations directes et de radiations soit secondaires, soit diffusées. Ces dernières impressionnent la plaque photographique non du côté où l'écran d'aluminium reçoit le rayonnement incident, mais de l'autre côté de l'écran dans le sens où est entraîné le rayonnement de la source. Cependant, au bord de la lame de plomb et du côté qui reçoit le rayonnement, on

observe une augmentation notable de l'action photographique.

» Cet effet se manifeste sous la petite gouttière cylindrique en aluminium dans l'expérience citée plus haut, et il est considérablement plus fort si, à l'aluminium on substitue le plomb. Sous le demi-cylindre, soit en aluminium, soit en plomb, l'impression est plus forte du côté où le rayonnement de la source est rejetée sur la plaque, mais, en même temps, on observe une action sur l'autre côté de la face interne du cylindre. L'impression qui s'étend sur toute la partie couverte par le cylindre métallique se diffuse en tous sens sur les bords de cette région.

» Il résulte donc de ces observations qu'une partie au moins du rayonnement secondaire n'est pas déviée, comme l'est le rayonnement du radium ; quant à l'autre partie qui se propage dans le sens du rayonnement incident, il n'est pas démontré que ce ne soit pas un effet de diffusion partielle.

» Dans ces diverses expériences, les écrans et les objets sont nécessairement très près de la source ; j'ai eu recours à d'autres expériences en dehors du champ magnétique ; on observe alors les effets sur les écrans du rayonnement total déviable et non déviable du radium. Cependant, comme les plaques photographiques sont alors enveloppées de papier noir, l'effet recueilli sur celles-ci n'est dû qu'à des rayons capables de traverser cette enveloppe.

» 2° *Rayonnement total.* — Les anciennes expériences que j'ai eu occasion de faire, soit d'abord avec l'uranium, soit plus tard avec les produits préparés par M. et Mme Curie, m'avaient donné, pour un court trajet des rayons dans l'air, des ombres géométriques permettant d'admettre une transmission directe au travers des corps. Je rappellerai en particulier une

expérience qui montre que le rayonnement du radium ne se réfracte pas dans le verre; un mince faisceau issu d'une source linéaire donne une impression rectiligne sur une plaque photographique. Si l'on cherche à dévier une partie de cette nappe plane par un prisme dont l'arête soit parallèle à la source, on reconnaît que le rayonnement transmis fait une impression à la même place que le rayonnement direct. Il semble donc bien y avoir, dans ces conditions, un rayonnement transmis issu de la source.

» J'ai réalisé récemment les expériences suivantes :

» On dispose horizontalement une source radiante linéaire, puis au-dessus, parallèlement à la source, un fil de cuivre rectiligne, et enfin, au-dessus, une plaque photographique enveloppée de papier noir. On observe alors sur celle-ci l'ombre géométrique du fil. Si, par exemple, la plaque est à 1^{cm} au-dessus du fil et la source à 2^{cm} au-dessous, et si entre la source et le fil, à égale distance des deux, on interpose un écran d'aluminium de 1^{cm} d'épaisseur, incliné à 45°, l'ombre du fil sur la plaque est notablement plus diffuse. Mais si l'on approche l'écran au contact du fil, l'ombre de celui-ci sur la plaque photographique disparaît presque complètement au milieu d'une impression diffuse. Dans ce cas, la plus grande partie des rayons reçus sur la plaque est formée de rayons issus de l'écran. Le phénomène est très net pour des distances de la plaque au fil et du fil à la source égales à 2^{cm} environ. On peut même obtenir sur la même plaque, d'un côté l'ombre directe, et de l'autre l'effet dû à l'écran d'aluminium.

» Ces effets varient si la distance de l'écran à la source devient moindre. Si l'on place l'écran oblique au contact du fil à 1^{cm} au-dessus de la source, puis la plaque à 1^{cm} au-dessus du fil, on observe alors une

légère trace de l'ombre au travers de l'écran de $0^{mm},1$ d'épaisseur. Cette trace est beaucoup plus forte au travers d'une lame d'aluminium plus mince, si la lame n'a que $0^{mm},01$ d'épaisseur, l'ombre est très forte; on l'observe également dans ces conditions au travers du papier noir et du verre placés au contact du fils.

» L'affaiblissement de l'ombre s'accentue si l'on éloigne l'écran de la source; mais, si l'on diminue l'inclinaison de l'écran, on réalise le même effet qu'en diminuant l'épaisseur. Une lamelle de verre de $0^{mm},15$ d'épaisseur, inclinée à 45°, placée à 1^{cm} au-dessus du fil et à $3^{cm}6$, de la source, donne une faible trace de l'ombre du fil, au milieu d'une impression diffuse.

» Ces apparences semblent confirmer le fait d'une absorption du rayonnement incident, augmentant avec la distance de l'écran à la source. Cela revient à dire que le rayonnement total est d'autant moins pénétrant qu'il a parcouru un chemin plus long dans l'air.

» *Considérations théoriques.* — On pourrait rendre compte d'une partie de ces phénomènes si l'on reconnaissait qu'en traversant les corps le rayonnement prend une vitesse moindre; l'effet se produirait alors dans l'air, mais les expériences n'ont révélé jusqu'ici aucun retard de cette nature. Si le rayonnement se ralentissait notablement dans l'air, les trajectoires dans un champ magnétique, au lieu d'avoir un rayon de courbure constant, auraient un rayon de courbure qui irait en diminuant à mesure que la vitesse diminuerait, ce qui paraît contraire à l'existence de trajectoires fermées.

» D'un autre côté, l'expérience que j'ai faite dans le vide avec des plaques enveloppées de papier noir ne nous apprend rien sur ce point, car soit la région du maximum d'impression, soit la limite de l'absorption du papier, correspondent à des rayons qui arrivent sur

la plaque ou le papier avec des vitesses déterminées, et l'expérience ne nous apprend pas si ces vitesses étaient les mêmes au départ de la source.

» L'expérience suivante peut, au contraire, nous renseigner sur ce point fondamental. Dans un champ magnétique uniforme, on dispose sur une plaque photographique une source de très petit diamètre, puis au moyen de deux petites ouvertures pratiquées dans des écrans en plomb, on isole un faisceau sensiblement homogène décrivant, dans un plan normal au champ, une trajectoire circulaire bien déterminée, et venant faire sur la plaque une impression limitée. Si l'on place immédiatement après la seconde ouverture un écran absorbant, et s'il arrive que le rayonnement se ralentisse en traversant cet écran, la trajectoire ne sera plus l'arc de cercle primitif, mais un arc de rayon moindre, et la trace de l'impression sera déplacée du côté de la source. On peut même obtenir sur la même plaque la trace de deux faisceaux dont l'un seulement a traversé l'écran absorbant.

» Cette expérience est assez difficile à réaliser, en raison de la faiblesse des impressions et de la longueur des temps de pose; j'ai même disposé une bande photographique de quelques millimetres de hauteur, placée verticalement contre l'écran, au-dessous de la seconde ouverture, pour recueillir l'effet d'un rayonnement très dévié, mais je n'ai observé aucun décalage entre les traces de deux rayons déviés dont l'un a traversé un écran d'aluminium très mince ou d'une feuille de papier noir. Il semble donc qu'en traversant ces écrans les rayons transmis gardent leur vitesse et leurs charges, ou tout au moins que le produit $\frac{m}{e}v$ varie peu. »

Sur la transparence de l'aluminium pour le rayonnement du radium

« Dans une des dernières séances de l'Académie — dit encore M. Henri Becquerel — j'ai indiqué quelques expériences montrant que la transmission du rayonnement du radium au travers d'un écran était accompagnée de plusieurs phénomènes distincts : une absorption élective, une diffusion parfois considérable, une émission de rayons secondaires comprenant des rayons déviables par un champ magnétique et des rayons qui ne le sont pas, et enfin une transmission directe d'une partie du rayonnement issu de la source. Cette partie transmise paraît identique avec la partie correspondante du rayonnement incident et subit la même déviation magnétique. Ces faits me paraissaient démontrés, tant par les expériences de la Note précitée que par tout un ensemble de mes expériences antérieures, et j'aurais jugé inutile de revenir sur cette démonstration si, dans la même séance, M. Villard n'avait pas publié une Note dans laquelle il avait cru pouvoir déduire, de deux séries d'expériences, des conclusions en désaccord avec celles qui viennent d'être énoncées. Je me suis proposé alors de vérifier sous une autre forme l'exactitude de mes premières observations.

» J'ai projeté au travers d'un écran d'aluminium, sur une plaque photographique enveloppée de papier noir, l'ombre d'une tige de cuivre interceptant le rayonnement d'une cuve linéaire contenant du radium, et j'ai constaté, comme on devait s'y attendre d'après mes expériences antérieures, que cette ombre était déviée lorsque l'on réalisait l'expérience d'un champ magnétique.

» L'expérience était disposée de la manière sui-

vante : entre les larges surfaces polaires d'un électro-aimant, distantes de $0^{m}16$, on avait placé la source radiante formée de chlorure de barium radio-actif rassemblé dans une rainure de 1^{mm} de large environ, pratiquée dans un bloc de plomb et orientée parallèlement aux lignes de force. Au-dessus, et parallèlement à la rainure, était disposée une tige de cuivre cylindrique, de 4^{mm} de diamètre, dont l'axe était à $11^{mm}5$ de la source, puis, à une égale distance au-dessus, on plaçait horizontalement une plaque photographique enveloppée de papier noir.

» Dans ces conditions, quand l'électro-aimant n'est pas excité, on obtient sur la plaque photographique une ombre dont les dimensions, ombre et pénombre, coïncident avec celles qu'on obtient par la construction géométrique de trajectoires rectilignes, en tenant compte de la largeur de la source.

» Si l'on vient alors à exciter l'électro-aimant, de façon que le champ reste faible, les trajectoires de rayonnement, dans un plan perpendiculaire au champ, sont des cercles de grand rayon, et l'ombre est déplacée en conservant à peu près la même largeur, limitée du côté le plus dévié par l'impression due aux rayons les moins déviables et, de l'autre, par le spectre des rayons les plus déviables non arrêtés par le papier noir.

» En renversant le sens du courant la déviation change de sens, et, par une disposition décrite dans mes notes antérieures, en cachant successivement chaque moitié de la plaque par un écran opaque, on peut obtenir sur la même épreuve les deux déviations inverses. On a ainsi deux bandes blanches décalées l'une par rapport à l'autre de 6^{mm} à 7^{mm}.

» Si l'on vient maintenant à placer au contact de la tige horizontale, soit au-dessus, soit au-dessous, une

lame d'aluminium de $0^{m}1$ d'épaisseur, inclinée à 45°, l'ombre s'observe encore sur la plaque photographique, mais elle est affaiblie par une impression diffuse due à des rayons secondaires ou diffusés; l'ombre a la même largeur que s'il n'y avait pas d'écran d'aluminium, ce qui est conforme aux expériences décrites dans ma dernière Note.

» Si l'on excite alors l'électro-aimant, l'ombre est déviée, et le décalage correspondant à l'interversion du courant est un peu moindre que lorsqu'il n'y a pas d'écran d'aluminium. Cette différence est due à ce que le rayon de courbure des trajectoires du rayonnement qui donne l'impression photographique maximum au travers du papier noir, est plus petit que celui des rayons moins déviables qui, au travers de l'aluminium, donnent le maximum d'impression photographique, comme je l'ai démontré antérieurement.

» Les dimensions des ombres et leur déplacement ne permettent pas de mettre en doute que ces ombres ne soient produites par un rayonnement issu de la source, traversant l'écran, et dévié par le champ magnétique avant et après le passage au travers de l'écran.

» L'écran en contact avec la tige opaque peut être placé soit au-dessus, soit au-dessous, sans que le résultat de l'expérience en soit modifié.

» Lorsque l'écran ne s'étend pas jusqu'au contact de la plaque photographique, le bord rectiligne de cet écran donne une ombre déviée également dans le champ. Cette ombre, donnée par le bord des écrans, est un phénomène que j'ai observé il y a quatre ans, dès mes premières recherches, et sur lequel je reviendrai plus loin.

» Si l'on couvre la cuve contenant la matière radioactive avec une lamelle de verre de $0^{mm}1$ d'épaisseur, les déviations observées, soit sans écran d'aluminium,

soit au travers de l'écran incliné, sont les mêmes que dans les expériences qui viennent d'être décrites.

» Ces faits, de même que ceux que j'ai décrits antérieurement, sont contraires aux conclusions des expériences de M. Villard, conclusions qu'il formule ainsi: « Le faisceau qui, dans mes expériences, traversait « sans se réfracter la lame d'aluminium inclinée, cor- « respond aux rayons non déviables.... Les rayons dé- « viables, au contraire, se comportent comme les « rayons cathodiques et émergent normalement à la « lame traversée ».

» L'expérience sur laquelle M. Villard fonde cette dernière assertion ne me paraît pas concluante. Lorsqu'on intercepte par un écran une partie d'un faisceau issu d'une source radio-active, le bord de cet écran projette une ombre; c'est, comme je l'ai rappelé plus haut, une des plus anciennes observations que j'aie eu l'occasion de faire. Dans l'expérience faite par M. Villard, les deux parties du rayonnement, le faisceau direct et le faisceau transmis au travers de l'aluminium, sont séparées par cette ombre, qui peut donner l'apparence d'une diminution du faisceau, sans que cette déviation existe réellement. J'ai souvent observé ce phénomène.

» L'expérience que M. Villard a réalisée dans un champ magnétique est également en contradiction avec mes observations. Lorsqu'on place dans un champ magnétique du chlorure de baryum très actif, préparé par M. et Mme Curie, formant une source linéaire, audessous d'une fente, et qu'on reçoit le rayonnement sur une plaque photographique inclinée, non enveloppée, on observe les effets suivants : Si pour éviter l'action de la lumière émise par la substance on couvre la source d'une mince lame d'aluminium de $0^{mm}01$ d'épaisseur par exemple, l'impression se compose de

trois parties : un faisceau rectiligne non dévié, un faisceau dévié, et une impression diffuse moins intense non déviée, symétrique de part et d'autre du faisceau non dévié. Une mince lame de plomb de $0^{mm}15$ d'épaisseur substituée à l'aluminium arrête le faisceau rectiligne; elle ne transmet que des rayons déviables et un rayonnement diffus non dévié très intense. Lorsqu'on enveloppe de papier noir la plaque photographique, la partie non déviée du rayonnement qui donnait une forte impression rectiligne est arrêtée, et il ne reste plus que la partie déviée et la partie diffuse non déviée. Le faisceau rectiligne non dévié correspond donc bien aux rayons non déviables et peu pénétrants qui ont été observés par M. et Mme Curie dans le rayonnement du radium. Les effets obtenus sont les mêmes lorsque la fente est pratiquée soit dans du plomb, soit dans du verre.

» Si le chlorure de radium qui a servi à ces expériences émettait avec une intensité comparable à celle du rayonnement étudié des rayons non déviables très pénétrants, l'existence de ces rayons n'aurait pu échapper aux expériences de M. et Mme Curie ou aux miennes, et, si les observations de M. Villard sont exactes, il faudrait chercher la cause du désaccord, soit dans la nature du produit actif qu'il a employé, soit dans l'existence de rayons moins intenses et très pénétrants, comme ceux de l'uranium, dont l'effet n'apparaîtrait qu'après une longue pose.

» Au cours de ces expériences j'ai eu l'occasion de constater l'altération profonde du verre et de divers métaux, observée déjà par M. et Mme Curie, et j'ai vérifié de nouveau que ces matières, altérées, et auxquelles le rayonnement a communiqué le pouvoir temporaire de rendre l'air conducteur, ainsi que l'ont découvert M. et Mme Curie, n'impressionnent pas une

plaque photographique sur laquelle elles sont posées pendant plus de douze heures; j'avais du reste déjà fait cette observation il y a plusieurs mois. »

Sur les propriétés des corps radio-actifs

M. et Mme Curie ont continué leurs recherches sur les substances radio-actives, uranium, radium, polonium, actinium... — La matière employée est un résidu de fabrication de l'urane provenant d'une usine de Joachimsthal, en Bohême. La Société Centrale de Produits chimiques s'est chargée de ce traitement. On extrait actuellement trois substances fortement radio-actives de ce résidu : le polonium, le radium et une troisième substance qui a été séparée par M. Debierne. — Le polonium est voisin du bismuth ; on obtient des substances très actives en précipitant par l'hydrogène sulfuré une solution chlorhydrique aussi acide que possible. — L'activité du polonium diminue lentement avec le temps.

Le radium est voisin du baryum ; on enrichit le chlorure de baryum radifère en le soumettant à des cristallisations fractionnées et à des précipitations par l'alcool. M. Demarçay a établi que le radium possède un spectre caractéristique. Le poids atomique du métal est plus grand dans le chlorure de baryum radifère que dans le chlorure de baryum ordinaire (avec le dernier produit examiné on a obtenu 146, au lieu de 137). — On peut prévoir dès maintenant que l'isolement du radium serait facile, si on disposait d'une quantité suffisante de matière très active.

Les composés solides du radium augmentent d'activité à partir du moment où ils sont déposés à l'état solide ; cette augmentation tend vers une certaine limite qui n'est pas encore atteinte après un mois. —

On régénère l'activité initiale en faisant passer les composés par l'état de dissolution.

Les composés du radium sont tous lumineux ; mais le chlorure et le bromure, à l'état parfaitement sec, donnent des effets particulièrement intenses. — Il montre également les effets de phosphorescence provoqués par les rayons du radium agissant sur le sulfate d'uranyle et de potassium et sur le sulfure de zinc ; M. Curie a construit un électroscope disposé pour les mesures de radio-activité. — Les rayons du radium, en agissant à petite distance sur des substances inactives, leur communiquent une *radio-activité induite*, temporaire, qui disparaît progressivement. — Les substances au contact avec un sel de radium ou qui restent en dissolution avec lui acquièrent également une activité induite plus ou moins persistante. — On obtient par l'action des radiations du radium, un grand nombre de réactions identiques à celles que produit la lumière : réduction des sels d'argent, du peroxyde de fer, de bi-chlorure de potasse en présence des matières organiques. Mais les rayons du radium produisent encore certaines actions qui leur sont spéciales : coloration du verre, de la porcelaine, du papier blanc, transformation du platino-cyanure de baryum, de la variété vert-jaune en une variété brune.

M. Giesel a préparé du platino-cyanure de baryum radifère qui brunit spontanément et dont les cristaux polarisent alors la lumière à la façon de la tourmaline. M. Giesel a montré également que certains sels alcalins, par exemple le sel gemme, se colorent par l'effet du radium, comme sous l'effet des rayons cathodiques ou comme dans la vapeur des métaux alcalins. Il a observé que le radium, approché de la tempe ou de l'œil fermé, produit une sensation lumineuse.

M. P. Villard a constaté que les rayons X émis par

le radium ont une puissance de pénétration beaucoup plus considérable que les rayons déviables : une épaisseur de verre de 1 centimètre ou même un peu inférieure, arrête pratiquement les rayons déviables et affaiblit fort peu les autres. On comprend dès lors que, si le rayonnement total traverse des écrans successifs, les premiers produiront une absorption d'autant plus apparente qu'au point de vue photographique les rayons cathodiques paraissent être les plus actifs, mais à partir du moment où ceux-ci auront disparu, l'absorption par les écrans suivants affaiblira fort peu le reste du rayonnement.

Les rayons de Rœntgen se modifient par leur choc avec les corps qu'ils rencontrent, donnant des *rayons secondaires* (G. Sagnac), et ces derniers rayons seuls transportent avec eux des *charges électriques négatives* et appréciables à la manière des rayons cathodiques comme le font les rayons du radium ; le plomb et le platine en émettent le plus, puis l'étain et le zinc (P. Curie et G. Sagnac). Aussi la question de placer une plaque de plomb sous la plaque sensible destinée à la radiographie ou même de placer indifféremment celle-ci d'un côté ou de l'autre, la couche sensible ou le verre sous le malade, n'est-elle pas encore élucidée (*Congrès d'Electrologie, 1900*).

Un fil métallique traversant des gaz raréfiés et relié à l'un des pôles d'une bobine de Rhumkorff, s'illumine d'une auréole lumineuse avec de petites étoiles assez vives et équidistantes (J. Borgmann) ; le fil radiateur des ondes hertziennes se couvre également de secteurs lumineux caractérisés par des effets photo-chimiques (Thomas Tommasina).

Sur quelques effets photochimiques produits par le fil radiateur des ondes hertziennes (1).

« Dans mes expériences de télégraphie hertzienne, j'ai eu l'occasion d'entendre des crépitements rythmés tout le long du fil de l'antenne radiatrice, lequel, comme on le sait, n'est que le prolongement de l'une des branches du primaire de Hertz.

« Comme on pouvait le prévoir, dans l'obscurité, ce phénomène décèle sa nature par une série de flocons ou pinceaux d'aigrettes lumineuses très mobiles, et dont plusieurs semblent se déplacer autour du fil radiateur, aigrettes qui sont très semblables du reste à celles produites par les conducteurs du dispositif de Tesla, les deux phénomènes étant mécaniquement identiques. Mais ce qu'il m'a paru intéressant d'étudier, est la constatation que ces aigrettes paraissent vibrer synchroniquement, non avec les étincelles de celles de l'oscillateur de Righi, mais avec les mouvements du trembleur de la bobine d'induction.

« En outre, à chaque étincelle de l'oscillateur, une très vive onde lumineuse se propageait instantanément sur le fil, indépendamment de l'autre luminescence à aigrettes, laquelle continuait sans aucune modification perceptible son mouvement oscillatoire régulier.

« Pour observer de plus près et plus commodément le phénomène, j'ai intercalé dans le fil d'antenne une double boîte, peinte en noir à l'intérieur, munie d'un couvercle fermant hermétiquement, et dans laquelle était tendu près du fond un fil très fin de cuivre. Les extrémités de ce fil sortaient de la boîte par deux trous

(1) Note de M. Thomas Tommasina, présentée par M. Cornu, à l'Académie des sciences.

très étroits et étaient fixées aux serre-fils auxquels arrivaient les bouts du fil radiateur. Sous l'action du flux électrique oscillatoire, j'ai constaté immédiatement la formation d'une série de secteurs lumineux distribués irrégulièrement, *mais qui se formaient à des distances approximativement égales, lorsque l'oscillateur était réglé à l'unisson avec le trembleur.*

« Diminuant l'intensité du courant primaire jusqu'à faire presque disparaître la luminescence oscillante, l'effet de chaque étincelle de l'oscillateur devenait très visible par l'apparition instantanée d'une forte luminosité.

« Cherchant ensuite à photographier ces phénomènes, j'ai dû reconnaître que la photographie au moyen de l'objectif ne donnait rien; j'ai essayé alors l'action directe des effluves sur la gélatine sensibilisée des plaques rapides au bromure d'argent.

« Ayant coupé longitudinalement en deux une plaque sensible, j'ai placé les deux moitiés l'une sur l'autre, gélatine contre gélatine, et intercalé entre les plaques le fil radiateur. Un morceau de bois de noyer de 6^{cm} d'épaisseur placé dessus servait, par son poids, à les presser suffisamment contre le fil. Le couvercle fermé, aucune lumière ne pouvait plus pénétrer dans la boîte. Après l'action du flux oscillatoire, pendant des temps variables, depuis celui d'une seule étincelle jusqu'à une série d'étincelles d'une durée de dix secondes, on développait les plaques. Au développement l'image apparaissait lentement et très régulièrement, et gagnait en ton, se comportant en somme comme celle d'une plaque ayant subi une pose exacte.

« C'étaient toujours des ramifications bien dessinées, qui devenaient très noires, plus ou moins simples et courbes, *mais toujours normales au fil radiateur près de leur point de départ.* Leur nombre aug-

mentait sur les deux moitiés de la plaque selon et proportionnellement à la durée de la pose. J'ai remarqué à chaque essai que les traits très nets sur l'une des plaques étaient aussi reproduits sur l'autre, mais flous, et *vice versa,* ce qui indiquerait une action photochimique très limitée, mais existant hors des lignes électriques.

« Les observations faites par M. Borgman, dans les gaz raréfiés, de la transformation des secteurs lumineux en disques, ont été aussi confirmées par mes expériences. Dans d'autres, les épreuves obtenues sont encore mieux visibles, mais il me suffira d'attirer l'attention sur tous les points où les courbes lumineuses sont identiques des deux côtés du fil, ce qui indique des surfaces de révolution autour du fil, dont la gélatine reproduirait la coupe diamétrale.

« Dans toutes les expériences du genre de celles que je viens de décrire, j'ai pu constater que la nature plus ou moins magnétique du métal du fil radiateur ne semble pas avoir un effet perceptible lorsque le fil, étant très peu tendu, ne produit pas, en même temps que la luminosité, les phénomènes sonores. Son épaisseur, au contraire, a une influence notable. Plus le fil est mince, plus courtes sont les aigrettes et plus les distances entre elles sont petites.

« Il semblerait ainsi que vraiment le fil de l'antenne radiatrice des ondes hertziennes, joue le rôle d'une capacité dont toutes les molécules formant sa surface propagent l'une à l'autre le mouvement oscillatoire produit par les décharges. Ce mouvement se propagerait en même temps aux molécules de l'élément ambiant de l'espace, c'est-à-dire de l'éther, suivant des lignes rayonnantes du fil, sur un nombre infiniment grand de plans parallèles entre eux et perpendiculaires à l'axe du fil. »

Sur la constatation de la fluorescence de l'aluminium et du magnésium dans l'eau et dans l'alcool sous l'action des courants de la bobine d'induction.

« Au mois de juillet dernier, — dit M. Thomas Tommasina — j'avais entrevu une faible fluorescence dans l'extrémité la plus large d'un tube focus rempli d'eau distillée en regardant dans la direction du disque cathodique qui se trouvait à l'autre extrémité. J'ai repris l'étude de ce phénomène avec un tube ovoïde, de ceux créés par Crookes pour observer la phosphorescence de différents corps, dans l'air raréfié, sous l'action des rayons cathodiques.

Dans cette ampoule remplie d'eau distillée, les électrodes en aluminium situées du même côté et formant deux miroirs concaves ont été reliées au pôle positif, tandis qu'un fil de platine servait de cathode. Ayant fait l'obscurité dans la salle, j'ai vu que les deux miroirs étaient devenus fluorescents. En augmentant l'intensité du courant, la lueur devint assez brillante pour illuminer non-seulement l'eau et le verre de l'ampoule, mais aussi les objets proches. Ayant remplacé le fil de platine par un fil d'ammonium, je l'ai vu devenir lumineux, en même temps que les disques, lesquels comme le fil, étaient recouverts d'un grand nombre de petites bulles gazeuses avec de minuscules étincelles; mais la fluorescence existait aussi dans les endroits où il n'y avait ni étincelles ni bulles. La luminosité ayant un caractère pulsatoire très prononcé, en faisant les interruptions du primaire à la main, j'ai constaté que l'extra-courant direct d'ouverture rendait lumineuse l'anode et celui de fermeture de la cathode; c'est donc une fluorescence anodique. Bien que les deux

électrodes semblent lumineuses en même temps, l'action est alternative en réalité.

En approchant dans différentes positions un écran au platinocyanure de baryum, je n'ai pas aperçu de fluorescence. J'ai pu au contraire, dans l'obscurité absolue, photographier l'ampoule, dont les deux miroirs ont donné une faible image en quatre minutes de pose, et une très bonne en trente-deux minutes; dans cette dernière on voit, bien que très légèrement marqué, le contour de l'ampoule et un des fils conducteurs externes.

Pour étudier le phènomène en variant les métaux et les liquides, j'ai adopté un récipient cylindrique en verre, dans lequel plongent parallèlement deux fils ou deux lames métalliques. Seuls, l'aluminium et, à un degré moindre, le magnésium deviennent lumineux. Le platine, l'argent, le cuivre, le laiton, le zinc, l'étain ne semblent rien produire. Pour les deux premiers, j'ai constaté aussi que la fluorescence augmente et devient plus blanche avec l'intensité du courant et diminue avec l'augmentation de la surface des électrodes.

Dans un voltamètre, contenant deux lames rectangulaires de platine disposées parallèlement et fixées au fond par des conducteurs les reliant chacune à un serre-fils extérieur, j'ai placé entre les lames de platine une lame mince en aluminium, faisant anode celle-ci et cathode l'une des lames de platine, l'aluminium ne devenait lumineux que sur la face en regard de la lame de platine en circuit. Lorsque les électrodes de platine étaient toutes les deux reliées au pôle négatif, l'anode d'aluminium devenait lumineuse sur ses deux faces. En laissant comme écran la lame d'aluminium hors circuit, l'une des lames de platine étant anode et l'autre cathode, j'ai vu la lame d'aluminium devenir encore lumineuse des deux côtés si elle était disposée

parallèlement, et seulement dans les parties les plus proches des électrodes de platine lorsqu'elle était hors de l'espace compris entre les premières et disposée normalement aux mêmes.

Pour éviter les réflexions des parois en verre, j'ai répété les expériences dans une grande cuve rectangulaire en ébonite que j'ai divisée en long par une paroi étanche en fer-blanc épais.

Les deux compartiments remplis d'eau ordinaire ont reçu chacun un fil d'aluminium, reliés l'un au pôle positif et l'autre au négatif de la bobine. Immédiatement les parties immergées des deux fils devinrent lumineuses avec dégagement de bulles gazeuses qui montaient à la surface, mais celles-ci sans aucune lueur visible. Ayant substitué à la lame métallique une autre lame en verre, j'ai encore observé la fluorescence des deux fils immergés un de chaque côté de la lame de verre sans la toucher.

Une série d'expériences avec l'aluminium et le magnésium m'ont permis de constater que la lueur se manifeste même si les lames ont été polies, mais qu'elle se produit plus vite lorsque les lames, ayant déjà servi, sont couvertes d'une légère couche d'oxyde; dans ce cas, la lueur est plus vive. Ayant enlevé l'oxyde sur une partie d'une lame, j'ai observé que la partie polie devenait bien moins lumineuse que celle recouverte d'oxyde. On pourrait en déduire que l'oxyde joue un rôle, et même que c'est lui qui devient fluorescent.

Quant aux liquides dans lesquels le phénomène se manifeste, les meilleurs sont l'eau distillée et l'alcool; viennent ensuite l'eau ordinaire et même l'eau contenant quelques gouttes d'acide sulfurique. Dans les huiles diélectriques telles que la vaseline, le pétrole, etc., je n'ai rien pu obtenir.

Comme explication du phénomène, je serais disposé à admettre qu'il est produit pendant l'électrolyse par les décharges successives dans les deux sens, entre le métal et le liquide à travers la mince couche diélectrique formée par l'oxyde. Le passage du flux électrique à travers l'oxyde sera la cause directe de la fluorescence ».

Influence des Rayons X sur la résistance électrique du Sélénium

L'intérêt que présente la connaissance des rayons X a conduit M. Perreau à chercher s'ils exercent sur la résistance électrique du sélénium l'influence singulière que produit la lumière, influence signalée en 1873 par W. Smith, et utilisée par Graham Bell, dans son radiophone, en 1878.

L'expérience a répondu affirmativement.

La résistance du sélénium a été faite suivant la technique indiquée par M. Mercadier (rubans de laiton de 0^m 1 d'épaisseur et de 2 mètres de long, papier parchemin de 0^m4 d'épaisseur). Elle était placée dans un circuit comprenant un élément Daniell, un commutateur, une boite de résistances et un galvanomètre. Elle était contenue dans une boite en zinc qu'on pouvait fermer avec une plaque mince d'aluminium.

Au début, dans l'obscurité, la résistance était égale à 40,000 ohms; à la lumière diffuse ou à celle d'un bec de gaz placé à 1^m 50, elle tombait rapidement à 33,000 ohms, puis, placée de nouveau à l'obscurité, revenait à sa première valeur au bout d'un temps très court.

Eclairée par des rayons X venant d'un tube de Crookes (tube Chabaud), dont l'anticathode était à une distance d'environ 0^m05; elle diminuait rapidement

jusqu'à 34,000 ohms, éprouvait de part et d'autre de cette valeur de faibles variations tenant sans doute à celles de l'intensité des rayons fournis par le tube.

Les rayons X supprimés, la résistance revenait à sa première valeur plus lentement qu'après l'action de la lumière ordinaire.

Cette action diminue quand on éloigne le tube de Crookes ; elle était encore sensible à une distance de $0^m 17$. Elle varie avec la nature des corps interposés comme le fait prévoir leur transparence pour les rayons X. Aucun effet n'était sensible en interposant une lame de plomb de 1^{mm} d'épaisseur.

Cette résistance de 40,000 ohms au début a augmenté graduellement pour devenir égale à 55,000 ohms dans l'obscurité au bout de six jours, mais présente toujours la même diminution sous l'influence des rayons X.

Ayant fait agir aussi sur cette résistance des oscillations électriques à la fois pour voir s'il ne fallait pas se méfier d'un effet Branly et si les vibrations hertziennes produisaient une modification de la résistance du sélénium, le résultat a été négatif, bien qu'un résonnateur non à l'unisson du vibrateur donnât des étincelles au-delà de la résistance du sélénium.

Redresseur cathodique pour courants induits

M. P. Villard a imaginé d'utiliser directement la bobine de Rhumkorff ou les transformateurs sur les courants alternatifs, soit pour la production directe et silencieuse, sans interrupteur, des rayons X, soit pour obtenir une source électrique de 40 à 50,000 volts de sens variable.

La « soupape électrique » est formée de trois ampoules de Crookes spéciales, à vides variables, avec deux électrodes écartées et dissemblables, l'une très

petite en un tube étroit, l'autre, spiralée, dans un large espace ; une de ces ampoules a deux anodes. L'électrode petite oppose, quand elle est cathode, une telle résistance, que rien ne passe au-dessous de 60,000 volts ; l'électrode spiralée laisse passer sans difficulté l'électricité négative. Les deux pôles de la bobine qui peut même recevoir 65 ampères sont reliés aux trois ampoules, les extrêmes recevant le courant par l'électrode spiralée, celle du milieu reliée aux spirales des deux autres par sa double petite électrode ; on recueille aux milieux des deux petites électrodes des ampoules externes le pôle négatif, et à l'électrode spiralée de l'ampoule médiane le pôle positif, du courant final qui alimentent le tube de Crookes produisant les rayons X. Ce tube peut être à osmo-régulation (Villard) ou à anticathode refroidie (Chabaud).

Egaliseur d'induction. — Endo et Radioscopie

La mise au sol du pôle positif de l'induit de la bobine d'induction radioscopique est déjà ancienne pour l'examen par le tube de Crookes des cavités internes organiques dans lesquelles on le peut introduire. Les bobines dyssymétriques Wydts-Rochefort (v. *Télégraphie sans fils*) permettent facilement cette neutralisation du fluide positif du secondaire ; mais toute bobine peut, par un artifice très simple, avoir un pôle au sol. Pour la radioscopie, on a d'abord employé un double système de détonateurs entre lesquels jaillissent les étincelles des deux pôles, l'un étant relié à la cathode du tube de Crookes, l'autre à la terre, par une conduite d'eau, une gouttière, un tuyau de gaz (Rémond) ; mais on peut opérer plus simplement en plaçant en face de l'anode du secondaire, et à une distance d'autant plus grande que l'objet à pénétrer est plus opaque, une pointe à la

fois reliée au sol et aux anodes de l'ampoule à rayons X, la cathode de la bobine reliée comme d'ordinaire à celle du tube à vide (Foveau de Courmelles). Il y a là une déperdition considérable d'électricité et de puissance de pénétration, mais pour bien éclairer un seul point, trouver la position d'un corps étranger; il y a intérêt à pouvoir, sans danger, être au contact de la peau ou dans l'intérieur des cavités.

— Un nouvel interrupteur Contremoulins-Gaiffe, sorte de dynamo de cuivre à quatre secteurs avec isolants et couplés, donne de 6 à 8000 interruptions à la minute, il se meut dans du pétrole. La lumière radioscopique est ainsi très fixe, et la haute fréquence a un meilleur débit.

Etude radioscopique de la voix

On apprend depuis longtemps aux sourds-muets à remplacer l'oreille par la vue et à lire sur les lèvres la parole d'autrui. Les professeurs de prononciation ont essayé souvent de déterminer sur eux la position nécessaire des divers organes pour émettre tel ou tel son. Mais ces tâtonnements ont été avantageusement remplacés par l'examen aux rayons X de ces organes en fonction. M. Marichelle, professeur à l'Institution nationale des sourds et muets de Paris (1), a obtenu ainsi, et avec l'enregistrement phonographique des sons, des tracés optiques très intéressants.

Diagnostic des lésions et altérations morbides à l'aide des rayons X (2)

Après une lésion du coude sans fracture manifeste, il

(1) Delagrave, éd., Paris.

(2) La médecine militaire a un domaine d'investigation qui lui est tout à fait spécial : c'est celui *des lésions et des altérations minimes*. — Dr Stechow, médecin principal de l'armée allemande, au XIIIe Congrès international de Médecine, Paris, 1900.

en reste une légère réduction de la flexion ou de l'extension et l'homme n'est plus capable de porter les armes ni de faire les exercices gymnastiques. Un soldat tombe en avant sur la main et conserve après quelques semaines de traitement une certaine réduction des mouvements du carpe ; un autre, homme robuste et vigoureux, ne peut pas effectuer l'extension extrême du pied exigée pour quelques exercices. Les hommes atteints de telles affections légères ne se présenteraient jamais à une clinique ou à un hôpital civil puisqu'ils sont tout à fait bien portants et capables de travailler à merveille dans les conditions de la vie civile. Eclaircir dans de pareils cas la situation, l'apprécier au point de vue de l'aptitude au service militaire et du droit à une pension, cette tâche pénible mais satisfaisante est réservée exclusivement à l'officier de santé.

Il faut insister sur ce fait qu'il ne s'agit pas de détails négligeables. Les efforts, les travaux exigés du soldat ne sont pas volontaires. La loi ne prononce la libération du service militaire que pour les altérations plus graves. Mais il est dans l'intérêt du soldat, du service en général et de l'officier de santé appelé à en juger, de pouvoir disposer d'un moyen qui permet de déceler et d'apprécier avec la même sûreté aussi les altérations moins considérables. Pour les investigations de ce genre les rayons X représentent un instrument puissant et délicat, mais qu'il faut bien savoir manier pour en tirer le plus grand profit.

Dès le commencement de l'ère Rœntgen, la Direction du service de santé de l'armée allemande en a reconnu l'importance et commandé déjà au mois de février 1896 l'installation de deux cabinets à Berlin. Successivement on a pris soin de pourvoir l'armée d'appareils puissants aussitôt que la construction en fut assez fixée. Jusqu'ici chaque corps d'armée dispose au moins d'un cabinet

Rœntgen complètement aménagé et de plus on a déjà commencé d'en établir dans les grands hôpitaux de division.

La méthode employée pour examiner les diverses parties du squelette varie peu dans la médecine militaire de ce qu'elle est dans la médecine civile. J'insisterai pourtant sur l'examen du pied. Pour le pied, l'arme pour ainsi dire la plus puissante du soldat, il faut disposer d'une méthode qui permet de juger avec toute sûreté les lésions minimes aussi bien que la forme du squelette. Il n'est pas difficile d'obtenir de bonnes épreuves en exposant d'en haut et c'est par cette méthode simple que les cabinets-Rœntgen militaires ont réussi à déceler la vraie nature d'une maladie très répandue parmi les troupes d'infanterie, c'est-à-dire du pied forcé (fussgeschwulst). On a pu constater que dans la plupart des cas une fracture réelle d'un ou plusieurs métatarsiens donne lieu à ce gonflement de l'avant-pied qu'auparavant on n'attribuait qu'à une inflammation des parties molles. (1) — Des mêmes épreuves on peut déjà se former une certaine idée de l'architecture du pied. Les os situés sur le bord interne, tels que premiers métatarsiens, cunéiformes et naviculaires, entourent une espèce de losange d'une forme bien caractéristique dont le diamètre transversal est de 4 à 5 cent. environ. Plus le pied devient plat, plus les coins latéraux se rapprochent, ce qui aboutit à une position parallèle des os mentionnés dans les cas extrêmes.

Jusqu'à présent, on ne disposait pas d'une méthode garantissant des projections transversales toujours

(1) Le Dr Destot, de Lyon, a démontré la fréquence de maintes fractures des os du pied, insoupçonnées avant lui, vu l'absence de déplacement des fragments et de symptômes morbides.

semblables et comparables du pied et permettant d'en juger l'architecture de la voûte et d'en apprécier la force de résistance. On peut y parvenir en ajoutant une marque indicatrice qui est projetée d'une manière invariable sur chaque plaque. On fait poser le pied, la jambe étant posée verticale, sur une planche de bois portant sur toute l'arête supérieure voisine de la plaque sensible une lame de plomb large de 1,5 cent. et d'une épaisseur de 3 millim. environ.

Il n'y a qu'une seule position du tube luminescent qui réduise l'ombre produite par la lame au minimum, ce qu'on peut facilement contrôler par l'écran fluorescent. Chaque autre position plus haute ou plus basse agrandit l'image de la lame de plomb. En outre le tube est ajusté de telle façon qu'il se trouve rectangulaire à l'arête antérieure de la jambe. On peut reprocher à cette méthode que le point de mire du pied est situé trop bas, au niveau de la semelle. Cependant l'écartement de la hauteur moyenne du pied n'est pas considérable et l'avantage de pouvoir reconstruire sans aucune difficulté la même position à chaque moment et avec chaque pied l'emporte sur toutes les objections qu'on pourrait faire.

Comme la voûte du pied se trouve principalement du côté interne, on y placera la plaque solidement appuyée par une planche verticale. Les photographies obtenues par cette méthode montrent une uniformité surprenante et permettent d'un seul coup d'œil une appréciation complète de l'architecture du pied.

De ce qui précède on peut juger jusqu'à quel degré de finesse et de sûreté les recherches à l'aide des rayons X peuvent être poussées et quel moyen puissant elles représentent pour le service de santé militaire.

Je finirai par indiquer une autre méthode curieuse

de les employer que j'ai pu mettre à l'épreuve dans deux cas intéressants.

Le matin du 16 novembre 1899, le chasseur J..., du 4me bataillon de chasseurs, recrue de la même année, se présenta à l'hôpital et annonça qu'une aiguille lui était entrée dans la chair de la cuisse gauche. Occupé à réparer ses gants, il fut appelé, mit tout ensemble dans sa poche et ne fit attention que lorsqu'il éprouva une douleur piquante à la cuisse. Il s'aperçut de l'aiguille, chercha à l'arracher par le fil, mais ne réussit pas. Elle glissa dans la chair et le gênait à chaque mouvement de la jambe. Comme au premier abord on ne pouvait pas trouver exactement l'endroit de l'entrée, il s'agissait donc de constater avant tout l'aiguille supposée par les rayons X. Deux photographies en prouvaient la présence, mais ne suffisaient pas pour fixer l'endroit de l'incision nécessaire. On les répéta après avoir fixé à l'aide de collodion un grain de plomb à la place de l'entrée indiquée.

Une grande incision fut pratiquée le 18 novembre, mais l'aiguille ne fut pas trouvée ni constatée nulle part par le toucher. On ignorait absolument dans quelle lèvre de la plaie il fallait la chercher. Si par un moyen quelconque on pouvait rendre visible la plaie dans toute son étendue, en même temps que le corps étranger, il fallait y parvenir. Donc une lame de plomb de la même grandeur que la plaie, d'une épaisseur de 3 millim. et scrupuleusement stérilisée fut introduite et fixée par quelques bandages temporaires. Alors les deux photographies furent répétées minutieusement dans la même position que le jour précédent. On constata exactement la position de l'aiguille et on l'enleva facilement de la lèvre latérale le lendemain ; elle avait une longueur de 36 millim. L'homme quitta l'hôpital apte au service le 21 décem-

bre. Au mois de juin 1900, la différence des deux cuisses n'est que d'un centimètre (dr. 51 c., g. 50) et l'homme exempt de toute incommodité.

Le second cas se présenta à l'hôpital, le 10 décembre 1899. Le chasseur G..., du 14e bataillon de chasseurs, avait reçu à Noël 1894, dans la main gauche, une balle de neuf millimètres de diamètre qui le gênait dans les exercices du fusil. La diascopie montra une balle à l'extrémité distale du métacarpien du médius gauche, de la même grandeur vue des deux côtés. Comme alors on pouvait supposer la balle à peu près au milieu de l'épaisseur de la main, l'opérateur décida de procéder du côté dorsal, mais sans la trouver. On ajouta, en se servant toujours de l'anesthésie locale par l'hydrochlorure de cocaïne, une incision du côté opposé sans meilleur résultat. On introduisit alors une plaque de plomb s'étendant d'une surface à l'autre et on la fixa par un bandage temporaire. L'examen sur l'écran fluorescent indiqua d'une manière indubitable la position de la balle qu'on enleva après cela sans aucune difficulté.

La Radiographie dans l'étude des fractures et des luxations (1)

L'exploration de fractures récentes de la rotule, à l'aide des rayons de Rœntgen, fait découvrir trois obstacles à la guérison :

1) L'inégalité des deux fragments. Le fragment supérieur étant beaucoup plus gros que le fragment inférieur, il ne s'y adapte par conséquent qu'au moyen d'une suture.

(1) M. E. von Bergmann (de Berlin, XIIIe Congrès de Médecine).

2) La rupture multiple des fragments. Outre les fragments principaux se trouvent de petits fragments accessoires ou de petites esquilles qui se glissent dans le trait de fracture et entravent ainsi la coaptation.

3) L'un des fragments se déplace par un mouvement de rotation, de telle manière que la surface fracturée de l'autre fragment se rencontrant à sa surface extérieure, un attouchement des traits de fracture ne peut avoir lieu.

Tous ces divers déplacements étant visibles à l'aide des rayons de Rœntgen, on peut alors se convaincre de la nécessité d'une opération et rechercher le foyer de fr cture, afin d'en écarter les obstacles mentionnés ci-dessus et réunir les fragments au moyen de fils métalliques.

L'orateur a obtenu dans sa clinique, dans plus de 25 cas de ce genre, une consolidation osseuse complète.

L'opération fournit la preuve que le cal est d'une nature osseuse et non pas fibreuse ; des photographies faites à l'aide des rayons de Rœntgen nous démontrent clairement ce fait-là et celui de la consolidation durable osseuse ainsi que les fils métalliques enfermés dans le cal.

L'opération est la méthode générale du traitement des fractures de la rotule. La question de l'opération est différente dans d'autres fractures, par exemple lorsqu'il s'agit de la fracture de l'extrémité inférieure du radius.

Tandis que le traitement des fractures de la rotule est presque uniforme, il n'en est pas ainsi de celui des fractures de l'extrémité inférieure du radius, qui varie selon les formes de ces fractures et les déplacements des fragments.

Le professeur de Bergmann a démontré, par une

série de clichés pris à la clinique chirurgicale de l'Université de Berlin, les variations les plus importantes des formes et de l'attitude de ces fractures.

Les fractures des métatarsiens et des os du tarse étaient presque entièrement inconnues avant l'invention de la radioscopie. On prenait les symptômes de ces fractures pour un gonflement inflammatoire du pied ou pour une contusion, et, en les traitant au moyen du massage, on augmentait ainsi le déplacement des fragments. Ce nouvel observateur est, on le voit, d'accord avec le précédent, le docteur Stechow, et avec notre compatriote, le docteur Destot, qui, le premier, a appelé l'attention sur ces fractures.

Lorsque la fracture est reconnue et précisée, il faut, au lieu de la remuer, l'immobiliser entièrement.

Diagnostic des Tumeurs osseuses, calculs,...

Pour les tumeurs des os, MM. Pollosson et Bérard ont constaté que l'hyperthermie, l'atrophie musculaire, le retentissement des désordres sur les articulations voisines, la circulation collatérale cutanée, la déformation localisée, la crépitation parcheminée, la translucidité..., sont souvent des signes insuffisants pour un bon diagnostic et qu'il faut recourir à la radioscopie et à la radiographie pour savoir :

1° L'affection siège-t-elle dans l'os ou à son voisinage?

2° Si l'os est malade, s'agit-il d'une tumeur?

3° Quelle est cette tumeur?

4° Quelles sont ces limites? Est-elle en voie de généralisation?

Avant de chercher à répondre à ces questions — disent les auteurs en *La Radiographie* — il est néces-

saire de savoir : que les os normaux et adultes sont opaques aux rayons X, et viennent en gris plus ou moins foncé ou en noir sur les épreuves radiographiques — que les parties molles très transparentes, sont parfois à peine esquissées sur les clichés positifs par des masses gris clair — que les os malades raréfiés, les productions osseuses jeunes, déjà osséinisées, mais peu ou pas calcifiées, les cartilages sont à peu près aussi facilement traversés par les rayons X que les parties molles. Certains viscères à tissus très riches en eau, ou contenant eux-mêmes des liquides, projettent des ombres d'autant plus foncées que leur épaisseur est plus considérable. Enfin la projection des masses osseuses, sur une épreuve radiographique ordinaire, ne saurait donner une idée exacte de leur forme et de leurs dimensions, à cause des déformations parfois considérables qui proviennent de la différence des angles de projection, suivant le point de la masse considérée. De ces préliminaires, il ressort que la radioscopie et la radiographie (sauf améliorations de technique ultérieures) ne sauraient être utilisées, avec beaucoup de garanties et de précision, pour les affections osseuses du thorax et de la moitié supérieure de l'abdomen, du moins chez l'adulte.

Personnellement ce mot d'investigation nous a mis à même de reconnaître et d'opérer en de bonnes conditions certaines tumeurs osseuses.

Il ne faudrait pourtant pas croire, de quelques résultats positifs, que dans la radiographie nous avons un moyen de diagnostic certain de toutes les tumeurs osseuses, de leur siège précis et de leur type hystologique. D'abord les épreuves ne sont pas toujours très bonnes. Les os du thorax et du bassin, surtout chez les adultes, sont, comme nous l'avons fait déjà prévoir, trop souvent noyés dans l'épaisseur des parties

molles venues en teinte sombre sur le positif. En outre, à moins d'une habileté d'interprétation toute spéciale, un diagnostic histologique détaillé sera d'ordinaire impossible; on devra se déclarer satisfait si l'on peut affirmer qu'il s'agit d'une tumeur, et qu'elle est diffuse ou encapsulée.

Grâce à la radiographie, le chirurgien pourra d'ordinaire éclaircir à l'aide des épreuves les points suivants :

Distinction entre les tumeurs épiphysaires ou juxtaépiphysaires, l'ostéo-myélite chronique et la tuberculose.

Distinction entre les tumeurs diaphysaires, l'ostéomyélite chronique et la syphilis.

Distinction entre les tumeurs encapsulées et les tumeurs diffuses avec ou sans fracture pathologique.

Distinction, très précieuse enfin, entre les tumeurs à myéloplaxes et les autres néoplasmes.

Ces données, déjà très utiles, sont d'ailleurs appelées à se préciser encore avec les perfectionnements croissants de la radiographie. Au lieu de s'en rapporter à de simples ombres projetées sur un plan, on devra de plus en plus poursuivre l'examen radioscopique direct.

Dans la discussion de l'intervention, la radiographie et surtout la radioscopie ne seront pas moins utiles. Elles montreront si la tumeur a envahi des régions inabordables, soit dans le squelette, soit dans les parties molles, s'il y a d'autres noyaux métastatiques osseux ou pulmonaires.

C'est surtout pour les tumeurs du crâne et de la racine des membres que ces indications topographiques pourront décider de l'intervention ou de l'abstention. Dans deux cas, elles nous furent très utiles.

Quant au choix même de l'opération, il sera parfois

fixé au moyen de la radioscopie. De même, la radioscopie nous permettra de constater les résultats éloignés des opérations.

Est-il nécessaire d'ajouter, pour finir, que toujours l'examen radiographique devra être appuyé du contrôle clinique, la seule garantie que nous ayons contre les interprétations fantaisistes des clichés?

Après la virulente sortie de certains chirurgiens contre les rayons X, oubliant qu'il les faut savoir lire, ce qui est souvent difficile, (v. p. 318) il est heureux que d'autres chirurgiens comme ceux-ci, comme C. Munsell Moulin (1), N. Senn (2),... essaient de les réhabiliter, s'il en était besoin!

— M. Destot a démontré par de nouveaux faits radiographiques LA FRÉQUENCE DES FRACTURES ASTRAGALIENNES. Avant la radiographie, la luxation de l'astragale était considérée comme fréquente, relativement à la fracture qui était rare. Or, en 18 mois, il a vu 36 fractures de l'astragale et 4 luxations.

Le même auteur en faisant la radiographie d'un trépané, a démontré que la *tache visible sur la plaque n'était pas une balle*, d'où l'interprétation bien difficile des photographies radiogéniques, qui a porté certains chirurgiens à prétendre que les rayons X trompaient toujours! Dans le cas de M. Destot la tache serait de l'oxyde de plomb faite par la balle en passant; est-ce encore de l'iodoforme du pansement ou un kyste cérébral? D'autre part, les corps étrangers qui échappent aux rayons sont les noyaux de fruits, les échardes de bois, les morceaux de vitres, les calculs de nature cartilagineuse.

Les distances des corps étrangers de l'organisme à

(1) *American Journal of surgery and gynecology*, janvier 1900.

(2) *The Philadelphia Médical Journal*, 5 janvier 1900.

l'affleurement de la peau ont encore fait l'objet des travaux de T. Marie et H. Ribot, Bertin-Sans, Guilloz, Morin, Virgilio Machado, Ropiquet.

Mais les rayons X permettent et ont permis, en 1900 comme précédemment, le diagnostic de fœtus papyraceus sans dissection, de cas d'éversion du cœur, de tuberculose même précoce, de pleurésie, de pneumothorax, de calculs vésicaux et rénaux, d'anévrysme aortique sans signes..; ils ont permis dans l'asphyxie incomplète de voir de faibles oscillations myocardiques (Laborde); d'apprécier les dimensions du cœur (Variot et Chicotot), ou du bassin (T. Marie et J. Cluzet).

Pour les calculs du rein, M. Destot en a observé un cas curieux : A la suite d'accès fébriles, un malade eut un abcès péri-rénal qui fut ouvert, puis une pleurésie purulente. On prétend que les calculs d'acide urique ne sont pas décelés par la radiographie; mais il se pourrait qu'ici, disent les radiographes, à cause de l'ouverture de l'abcès, des noyaux uriques aient été enveloppés d'une couche calcaire.

Les déviations de la colonne vertébrale et leur nature spécifique, tuberculeuse... bénéficient largement des rayons X, pour élucider leur diagnostic et par suite subir une bonne thérapeutique (1).

La Radiothérapie.

(*Rayons X et lumière*)

MM. E. Schiff et L. Freund, de Vienne, après une longue pratique concluent ainsi (*Congrès d'Electrologie et de Radiologie Médicales*, Paris, 1900) :

(1) *Bibliographie.* — Au dispensaire Furtado-Heine, le Dr Redard en a observé un grand nombre, et a publié, en 1900, en collaboration avec M. Larant, un superbe ***Atlas radiographique*** de ces lésions vertébrales.

I. Les indications principales pour l'emploi de la radiothérapie sont les affections de la peau et parmi celles-ci notamment :

a) les dermatoses provoquées par des parasites, dans lesquelles, ainsi que *Schiff* l'a démontré le premier sur le *lupus vulgaris*, l'action des rayons exerce un effet particulièrement favorable.

b) Affections de la peau, dans lesquelles l'élimination des poils constitue un élément essentiel pour la guérison. (*Freund.*)

Comme indications spéciales, *Schiff* et *Freund* signalent les affections du cuir chevelu, favus, trichophyties, ringworm, teignes, pelades etc., dont quelques-unes sont endémiques dans certains pays, affections qui jusqu'ici se sont montrées très souvent rebelles à tout moyen thérapeutique et où la radiothérapie, par son action rapide et radicale, s'est incontestablement affirmée.

II. En conséquence, les indications dont il s'agit s'appliquent spécialement aux affections suivantes :

a. Lupus vulgaris, mycoses du derme, etc.

b. Hypertrichosis, sycosis, favus, herpes tonsurans, teignes, pelades, folliculitis, furunculosis, acné, etc.

c. Lupus erythematodes.

III. Les expériences recueillies sur un nombre considérable de malades nous permettent de dire qu'une guérison radicale des affections susdites est désormais assurée. La thérapie de la sycose et du favus n'exige que peu de temps (quelques semaines); celle de l'hypertrichosis réclame, au minimum, 18 mois d'application d'une méthode systématique d'un traitement principal et subséquent.

La durée du traitement du lupus dépend de l'extension du mal.

IV. Par le dosage tout d'abord déterminé et indiqué par nous, on peut, dans les affections dont il s'agit, obtenir avec une certitude presque absolue le résultat désiré.

V. Les études faites jusqu'ici nous permettent de dire qu'un grand nombre des modifications que subit la peau sous l'influence des rayons, ont pour cause l'influence que ces rayons exercent sur le système vasculaire de la peau, ainsi que *Kaposi* l'avait déjà supposé à la suite de symptômes cliniques.

VI. D'après les recherches les plus récentes, entreprises par *Freund* dans *l'Institut d'anatomie pathologique* du professeur *Weichselbaum* et dans *l'Institut de radiographie* et *de radiothérapie* du docteur *Schiff* à *Vienne*, il est aujourd'hui certain que, en traitant les affections de la peau au moyen des rayons, les décharges inaudibles des courants de tension accumulées sur l'ampoule jouent un rôle considérable. *Freund* a étudié l'effet physiologique des étincelles directes, des décharges silencieuses et d'autres rayonnements invisibles et à la suite d'un grand nombre d'essais publiés dans les rapports de *l'Académie impériale des Sciences*, il est arrivé aux conclusions suivantes :

1. Les *étincelles directes*, quelle que soit leur origine, telles que décharges directes venant d'un inducteur ou produites comme effluves de haute fréquence, peuvent provoquer la chute du poil des animaux.

2. Les *étincelles directes* peuvent détruire des cultures récentes ainsi que des cultures déjà développées ou arrêter leurs progrès. Les expériences ont été faites sur le staphylococcus pyogenius aureus, le bacille du typhus, de la diphthérie, de l'anthrax, du champignon du Soor, de la tuberculose et de l'achorion Schoenleinii.

3. Cette *action* des *étincelles directes* est augmentée encore par l'emploi d'une dérivation à la terre prise sur l'objet exposé, par le rapprochement de l'électrode, par des interruptions plus rapides de l'induit, produit par le courant primaire et par l'augmentation de l'intensité de ce dernier courant.

4. Cet effet se manifeste aussi, à travers de minces couches de bois, de papier, d'aluminium, d'étain et de peau.

5. Elle s'étend aussi aux microorganismes suspendus dans des liquides.

6. *L'effet physiologique des décharges négatives* est plus intense que celui des *décharges positives,* mais il ne s'exerce que sur une région plus petite.

7. Comme les étincelles directes ne peuvent être employées dans la pratique, *Freund* a construit un appareil qui semble être très approprié pour les disperser sous forme de décharges invisibles et il a trouvé que ces décharges invisibles sont un phénomène par lequel ces décharges perdent, il est vrai, quelque peu de leur effet physiologique, mais par contre on évite ainsi bien des inconvénients de l'action des étincelles directes (douleur). Leur terrain d'action est plus grand que celui des étincelles directes mais leur mode d'action reste le même.

8. *D'après ces essais, les rayons X n'ont point d'importance physiologique.*

9. *Les rayons de Becquerel et les rayons phosphorescents n'exercent non plus aucune action physiologique.*

10. Les modifications pathologiques provoquées dans la peau par les décharges directes consistent en hémorrhagies dans le tissu du derme, en inflammation,

et en altérations caractérisées par des vacuoles dans le système vasculaire.

Depuis, la guérison par les rayons de Rœntgen d'une calvitie consécutive à la pelade, a été démontrée à la Société Império-Royale des médecins de Vienne, le 16 novembre 1900 par M. R. Kienbock sur un homme âgé de vingt-six ans, atteint depuis plusieurs années d'une alopécie en aires ayant abouti à une calvitie presque absolue. Chez ce malade, la radiothérapie a eu pour effet d'amener la repousse des cheveux sur la partie antérieure du vertex, qui seule fut soumise à l'action des rayons de Rœntgen : après six séances ayant duré chacune quinze minutes, on vit tomber le fin duvet jaune qui recouvrait les parties glabres, puis apparaître des cheveux de couleur foncée et d'épaisseur normale, solidement implantés. Sur la réflexion de M. Neumann qui fait observer que la pelade peut guérir instantanément chez les jeunes sujets; que, par conséquent, pour se rendre compte des effets curatifs des rayons de Rœntgen dans cette affection, il faut expérimenter sur des individus âgés de trente à cinquante ans; M. Noble répond que l'observation de M. Kienbock est absolument concluante. En effet, dans ce cas les cheveux ont repoussé seulement sur la région soumise à l'action des rayons de Rœntgen, les autres parties du cuir chevelu étant restées chauves comme auparavant. Or, on sait que dans les faits de guérison spontanée de la calvitie consécutive à la pelade, la repousse des cheveux a lieu sur toutes les régions glabres à la fois. Il en résulte que les rayons X préconisés pour remplacer l'épilation électrolytique, n'empêchent nullement les récidives et sont, pour cet usage particulier, parfois dangereux par les troubles trophiques consécutifs !

Pour Kaposi, l'hyperhémie profonde, la dilatation

paralytique des vaisseaux des pupilles des poils, seraient le mode d'action des rayons.

De son côté, au même Congrès d'*Electrologie,* M. Foveau de Courmelles a publié un cas de guérison de *lupus* très étendu de la face, par 145 séances rœntgéniques d'une demi-heure avec bobine de 0^m 45 d'étincelle (p. 265).—Le Dr Thor Stenbeck, de Stockolm a, de même, montré des photographies de deux cas de cancroïde du nez, soignés et guéris par lui avec les rayons X.

— Chez 6 malades porteurs de tumeurs malignes, M. le docteur W. Johnson et M. W. Merrill (de Washington) ont obtenu, par l'emploi des rayons de Rœntgen, des effets thérapeutiques manifestes.

Dans l'un de ces cas, concernant un épithélioma du nez et de la joue qui, excisé deux fois au bistouri, n'avait pas tardé à récidiver, la guérison complète fut obtenue au bout de 15 séances de radiothérapie (dont 10 pour le nez et 5 pour la joue), pratiquées tous les deux jours.

Un second malade, porteur d'un cancroïde du nez, est encore en traitement, mais son ulcère (dont la nature épithéliomateuse a été confirmée par une biopsie) est déjà en voie de cicatrisation.

Deux autres lésions présentant l'apparence de cancroïdes de la face, mais dont le caractère épithéliomateux n'a pu être déterminé avec certitude, ont également guéri sous l'influence de la radiothérapie.

Une femme avec cancer récidivé du sein s'est bien trouvée du même traitement : la tumeur diminua de volume, les douleurs disparurent et l'état général s'améliora.

Enfin, le sixième sujet, atteint d'épithélioma de la lèvre inférieure, fut lui aussi amélioré, mais il a été perdu de vue après 20 séances.

On a encore fait le **Traitement des Maladies de**

la Peau par les Rayons de Rœntgen seuls.

MM. Hahn et Albers-Schonberg ont soumis à l'action des rayons Rœntgen un certain nombre de cas de lupus et d'eczéma et les conclusions de leurs recherches se résument ainsi qu'il suit :

Les rayons Rœntgen ont une efficacité certaine dans le traitement du lupus et d'autres affections de la peau. Ils font disparaître, à coup sûr, l'eczéma qui accompagne le lupus et les épaisissements éléphantiasiques qu'il entraîne à sa suite. Les récidives, après ce traitement, peuvent se produire aussi bien qu'après tous autres. D'ailleurs, l'exposition aux rayons Rœntgen n'empêche pas de soumettre en même temps le lupus à l'action d'autres méthodes que l'on peut, au contraire, combiner avec celle-ci. Il en est de même pour l'eczéma et sans doute encore pour d'autres maladies de la peau. Toutefois, un cas d'ulcération syphilitique n'a nullement été influencé, tandis qu'il a guéri plus tard par le traitement spécifique. Un cas d'ulcère de jambe a été amélioré, mais non guéri.

En prenant les précautions voulues, on évite facilement les accidents dues aux expositions trop prolongées aux rayons Rœntgen (dermatite, excoriations, gangrène cutanée, etc.) (*Münch. med. Woch.*, n°s 10 et 11).

Photothérapie dans la Scarlatine,..

M. le Dr E. Schoull, de Tunis, après avoir obtenu dans le traitement de la variole, d'excellents résultats par la méthode de Finsen, a utilisé l'action de la lumière rouge dans deux cas de scarlatine, l'un bénin, l'autre grave, avec l'espoir d'observer, sur la marche de l'éruption, une modification quelconque; or, dans les deux cas où la maladie a évolué normalement, la

desquamation ne s'est pas produite. Si ce fait était confirmé par de nouvelles expériences, il en résulterait un bénéfice sérieux au point de vue de la moindre durée de la maladie, et surtout, fait capital, au point de vue de sa contagiosité. Il soumet à la Société de Thérapeutique les deux observations résumées.

I. — Homme de 20 ans, chez qui l'éruption très nette se produisait le lendemain. Le malade fut envoyé dans mon service d'hôpital et je le soumis aussitôt, dans un cabinet d'isolement, à l'action de la lumière rouge (tissu d'Andrinople rouge devant toutes les ouvertures). — Régime lacté exclusif. Potion à l'acétate d'ammoniaque. Badigeonnage de la gorge au collutoire résorciné. Antisepsie des voies respiratoires et digestives.

La maladie suit son cours aussi normalement que possible; pas d'albumine dans les urines. Les phénomènes morbides s'amendent progressivement, l'éruption a complétement disparu au bout d'une huitaine de jours. *Aucune desquamation ne se produit.* Le malade sort de l'hôpital le 7 avril; je l'ai vu à plusieurs reprises depuis lors; jamais de desquamation, même furfuracée.

II. — Mlle R..., 22 ans, le 16 mai, présentait les symptômes classiques d'une scarlatine grave : éruption très intense, généralisée, angine avec enduit pultacé recouvrant les amygdales très tuméfiées, arrière-gorge rouge, sèche, langue presque rôtie, déglutition extrêmement pénible ; engorgement ganglionnaire très marqué et douloureux, délire,. T. 40°2. P. 128. — Traitement : Potion à l'acétate d'ammoniaque, antipyrine et liqueur d'Hoffmann; badigeonnages de l'arrière-gorge à la résorcine, vaporisations boriquées chaudes, vaseline boriquée mentholée dans les nari-

nes. Benzonaphtol en cachets. Régime lacté exclusif. *Lumière rouge* (toutes les ouvertures sont garnies d'Andrinople rouge).

Les symptômes graves du début s'amendent rapidement, et la maladie suit son cours normal.

Mlle R... ne sort de la chambre rouge que le 2 juin : toute éruption a disparu, aucune desquamation ne se produit. Quelques jours après, cependant, desquamation légère, furfuracée au menton et au devant du cou, par petites plaques sur les mains, rien ailleurs; des lotions chaudes au sublimé sont pratiquées, et, dans l'intervalle, vaseline boriquée : tout disparaît en quelques jours. Mlle R... ne conserve de sa maladie qu'un état d'anémie assez intense ; pas d'albumine dans les urines, *pas de desquamation;* celle observée aux mains était due peut-être à ce fait que, la malade étant en pleine éruption, un violent coup de vent par la fenêtre ouverte avait fait tomber le rideau rouge; Mlle R... avait ramené son drap sur sa figure et les mains seules étaient restées exposées à la lumière solaire pendant le temps nécessaire à remonter le rideau rouge; des faits semblables (exposition d'une partie du corps à la lumière pendant quelque temps), ont été observés dans le traitement de la variole par la méthode de Finsen, et on a vu alors se produire la suppuration des vésicules dans les parties exposées, alors que les autres restent indemnes.

Winternitz aurait ainsi guéri des eczémas en les exposant 3 ou 4 heures par jour au soleil, à travers un voile rouge. Les docteurs Dexmier (*Journal du Magnétisme*), et Chatinière, de Saint-Mandé (*Archives de Médecine des enfants*), ont signalé des guérisons rapides de la rougeole par la lumière.

— La lumière électrique a réussi dans les traumatismes, à Hein, chez un jeune homme qui, à la suite

d'un choc, a eu un épanchement sanguin dans le tissu sous-cellulaire et sous le périoste du tiers moyen du tibia gauche. On a d'abord appliqué la glace pendant 48 heures ; plus tard, on a eu recours au massage, mais la tumeur, qui tout d'abord avait diminué, a fini par augmenter de volume. On a remplacé le massage alors par des compresses, par des frictions d'ichtyol, mais tout cela n'a donné aucun résultat. Alors, avant de recourir au moyen extrême : intervention chirurgicale, on a décidé d'essayer la lumière électrique. Pour cela on a employé une petite lampe électrique plate qu'on appliquait tous les jours, matin et soir, sur la région malade pendant dix minutes. Dès le lendemain la tumeur était devenue plus molle; au bout de trois jours, elle avait complètement disparu. On a continué le traitement pendant les trois jours qui ont suivi la disparition de la tumeur.

— Avec la lumière chimique, le Dr Minime a arrêté des hémorrhagies.

— Les rhumatismes et les névralgies ont été soignés de même, avec succès, par MM. les Drs Contancin, Regabert, Garnault, Foveau de Courmelles, avec le miroir parabolique à lampe focale de G. Trouvé (v. p. 72).

Yeux et Rayons X

Afleu Leonel Brett, de South-Braintree (Massachusetts), est le garçon le plus extraordinaire qui existe, dit-on. Il a 11 ans et est doué d'une intelligence au-dessus de la moyenne. Il voit avec ses yeux comme avec des rayons X. Plusieurs médecins ont déjà expérimenté cette faculté et signé des procès-verbaux la constatant. L'enfant a pu diagnostiquer un grand nombre de fractures et rectifier des diagnostics faits

par les médecins. On soupçonnait un petit enfant d'avoir avalé une pièce de monnaie; il affirma que tel n'était pas le cas; l'autopsie prouva que le petit malade avait succombé pour une cause toute différente. Pour exercer cette voyance spéciale, le jeune Brett concentre sa vision de telle sorte qu'il n'aperçoit plus la lumière du jour; l'air lui paraît alors rempli d'étincelles d'un vert pâle qui éclairent les objets soumis à son examen. Cette lumière vert pâle serait celle de l'ampoule de Crookes, génératrice des rayons X. La lumière du jour devient alors de l'obscurité ou est d'un noir rougeâtre. Il conserve la parfaite connaissance de ce qui l'entoure, comme on a pu s'en assurer. Mais toute expérience qui dépasse une demi-heure ou qui se renouvelle plus d'une fois par semaine lui devient pénible. Dans son enfance, le jeune Brett n'avait pas d'allures particulières; la seule chose que ses parents aient observée, c'est qu'il regardait de très près les petits objets. A l'âge de 9 ans, jouant un jour avec les mains de son père, il s'écria, au grand étonnement de ses parents : « Oh! je vois l'intérieur des mains! » D'autres faits analogues s'étant présentés, les parents consultèrent un médecin qui examina l'enfant, conféra de la chose à un spécialiste, et le résultat fut que l'enfant pouvait de son regard pénétrer les objets à l'instar des rayons X. — Il semble bien qu'il ne s'agit là, en somme, que d'un cas de voyance somnambulique. (*Uebersinnl. Welt,* et *La Lumière.*)

M. E. Dorn, avec un tube de Crookes enveloppé et un écran de plomb, opérant sur une personne aveugle aux couleurs, lui a fait voir une petite tache lumineuse; c'est ce que M. Foveau de Courmelles avait trouvé, en examinant 240 jeunes aveugles (*Institut*, 21 mars 1898), sur neuf d'entre eux.

Les méfaits de la Radiographie ?

Sous ce titre, M. Charles Brandt écrivait en janvier 1900 dans la *Radiographie :*

« Il y aura bientôt un an que toute la presse était mise en émoi par les poursuites intentées à un médecin, qui, au cours de séances répétées de radiographie avait eu la malechance de « brûler » le membre inférieur d'une de ses clientes. L'affaire n'est pas terminée encore aujourd'hui et ce n'est pas d'elle qu'il s'agit.

« Au mois de mars dernier, chacun prit prétexte de la demande en dommages-intérêts à laquelle je fais allusion, pour placer quelques phrases bien senties en faveur ou contre les rayons X; il se trouva même un industriel assez ingénieux pour s'en faire une belle réclame. L'émotion fut vite calmée dans le monde médical, c'est du reste ce qu'il y avait de mieux à faire, mais cela ne pouvait durer ainsi. La radiographie gêne beaucoup de monde, la rapidité des progrès qu'elle fait, l'utilité incontestable des renseignements qu'elle fournit, les secours qu'on lui demande à chaque instant pour éclairer des diagnostics douteux, rognaient un peu trop les lauriers de quelques excellents maîtres et l'on a fini par la trouver gênante.

« L'un des maîtres de la chirurgie contemporaine qui a sur toutes choses et particulièrement sur son art des idées neuves et très nettes, M. Lucas Championnière, s'est fait le champion de la cause adverse. Au cours d'une des dernières séances de la Société de Chirurgie, M. Championnière a pris prétexte de la présentation de quelques radiographies pour nous ouvrir son cœur.

« Voici, autant que j'ai pu le faire, un résumé fidèle de son opinion :

« Dans une séance précédente on nous a présenté d'intéressantes radiographies ayant trait à des fractures. Elles viennent justifier ce que j'ai dit autrefois au sujet des cals, à savoir que souvent les fractures se réparaient par des cals irréguliers, ce qui ne mettait nul obstacle à la marche. Il en est encore de même avec un notable raccourcissement ; la réparation de la fracture peut n'en être pas moins parfaite.

« Au contraire, les résultats sont souvent défectueux, quand on s'est efforcé de faire disparaître tout raccourcissement. On a pu espérer pendant quelque temps qu'avec l'emploi des appareils inamovibles on aurait de meilleurs succès. Nous savons quelles réserves il faut faire en ce qui concerne la valeur de ces appareils.

« Pour ce qui est des cals difformes, on s'évertue à nous les mettre sous les yeux par la radiographie. Ce n'est , comme je l'ai dit, qu'une confirmation de nos notions anciennes ; mais il y a lieu de n'accorder qu'une valeur restreinte à ces images radiographiques ; car rien n'est plus trompeur que la radiographie.

« Ce qu'elle donne, dans des mains expérimentées (car il faut être prévenu que maints opérateurs ne savent pas prendre ces images), n'est nullement comparable à la photographie. Les images doivent être interprétées d'une toute autre façon et c'est pour ne pas tenir compte du volume et des dimensions des objets, de la distance des plaques et des changements de place de la source de la lumière que l'on commet des erreurs et que la radiographie du même objet peut être très différente. Le propre de la radiographie est de faire paraitre plus considérable la difformité du cal.

« On nous a montré des radiographies établissant, pour les fractures de l'épaule une méconnaissance de ces fractures, et on a attribué les cals vicieux ou difformes à un défaut de coaptation par les appareils. Je ne

puis accepter cette opinion, car j'ai traité heureusement de nombreux malades sans le secours d'appareils.

« Sans vouloir jeter trop de discrédit sur la radiographie, je répète qu'elle peut conduire à des erreurs d'interprétation qui ne sont pas assez connues. Tout dernièrement j'ai vu un malade qui n'avait eu qu'une contusion de la hanche et qui, d'après une radiographie prétendait avoir été atteint de fracture du fémur. Or, le point noir, siège soi-disant de la fracture, n'était que l'ombre de l'ischion reproduit sur l'os.

« A un autre malade, qui s'était fracturé le radius et qui avait de la raideur du poignet, on affirmait qu'il n'avait pas eu de fracture, mais une luxation. La fracture était cependant bien marquée par un trait noir ; quant à la raideur elle ne tenait qu'au maintien trop prolongé d'un appareil.

« En résumé, la radiographie n'est pas aussi simpliste qu'on l'a cru. Il faut savoir en interpréter les images et il faut aussi regretter que cette question se soit vulgarisée dans le public, conme cela s'est produit par l'intermédiaîre des charlatans.

« Je ne connais nullement M. Championnière et je ne voudrais pas que l'on m'accuse de faire des personnalités.

« J'ai espéré pendant un certain temps qu'une voix autorisée s'élèverait au sein d'une de nos sociétés médicales, pour établir les faits dans toute leur vérité scientifique, j'ai attendu en vain.

« Je n'ai pas pour moi l'autorité que confère le titre de docteur, mais j'ai un devoir : celui de protester, ne serait-ce qu'au nom de la raison, et en m'appuyant sur l'expérience de quatre années contre les paroles de M. Lucas Championnière.

« Dans sa protestation M. Championnière n'a oublié

qu'une chose, c'est que la critique est aisée et l'art est difficile, c'est par là qu'il eut dû débuter.

« Certes oui, la radiographie donne parfois des images défectueuses, la plupart du temps on recommence l'épreuve pour obtenir un résultat meilleur, et on l'obtient.

« Où nous nous entendons à merveille, c'est lorsqu'il dit que les images fournies par les rayons X doivent être interprétées. Ce n'est pas là le rôle du radiographe et je n'étonnerai personne, y compris M. Championnière, en disant que j'ai vu de remarquables radiographies, d'une lecture extrêmement facile, être fort mal interprêtées par des maîtres.

« J'ai vu, aussi, bien d'autres choses. J'ai dans un tiroir près d'une centaine de radiographies avec des fractures méconnues et bien plus souvent niées.

« J'ai publié l'année derrière, une figure qui montre mieux que tous les raisonnements l'utilité de la radiographie : Une jambe soigneusement bandée, 30 centimètres au-dessous de la fracture. J'ai accusé à l'époque un pharmacien d'avoir commis cette bévue, peut-être apprendra-t-on avec un sourire que ce pharmacien était médecin des hôpitaux. Je sais bien que je touche là un point sensible, car il ne s'agit pas, en réalité, de savoir si les images radiographiques sont vraies, il s'agit tout simplement de les discréditer auprès du public qui peut, et qui fait, grâce à elles, savoir s'il en a pour son argent.

« Le malade tient généralement à ses membres et il est impatient d'en voir l'état. La radiographie est un moyen de contrôle infaillible et combien de médecins ont été surpris par les horizons qu'elle leur ouvrait.

« La radiographie est beaucoup plus utile aux hommes de l'art qu'elle n'est utile aux radiographes, et on ne peut guère passer, en prenant sa défense, pour sou-

tenir les intérêts d'une industrie très étendue. Les services qu'elle rend sont journaliers et innombrables. Le corps médical tout entier avait pour devoir de s'intéresser aux progrès de cette science, de la faire sienne, de l'accaparer même. Il ne l'a pas fait autant qu'il l'eut pu, parce que cela exigeait quelques connaissances spéciales, bien minces pourtant. Certes, il y a eu des abus ; mais si une personnalité médicale s'était plue à fixer des règles précises, à déterminer des conditions opératoires en accord avec les enseignements de la clinique, on n'aurait pas à se plaindre maintenant de voir des radiographies défectueuses. La faute n'en incombe pas à la radiographie, mais à ceux qui l'utilisent, qui ne savent pas et ne veulent pas l'utiliser comme elle doit l'être ; c'est-à-dire comme un aide fidèle qui, s'il montre parfois les erreurs commises, montre le plus souvent celles qu'il ne faut pas commettre ».

Les **Brûlures consécutives à l'exposition aux Rayons X** (1) peuvent être légères, superficielles et c'est ainsi qu'elles se présentent généralement chez les physiciens. Elles n'en sont pas moins longues à disparaître, comme en témoigne un érythème simple qui nous a résisté trois mois au traitement.

Dans une deuxième forme, la brûlure se complique d'alopécie généralisée, de poussées eczémateuses de la peau et quelquefois de chute des ongles. Enfin on peut observer des escharres graves, profondes et désespérantes par la lenteur de leur évolution. Un malade dont on avait radiographié la hanche et qui était à 11 centimètres de l'appareil, a vu survenir au niveau de l'aine une phlyctène, bientôt remplacée par une escharre qui mit de longs mois à s'éliminer.

Au huitième mois, il avait une ulcération de la lar-

(1) MM. Février et Gros (de Nancy), *Congrès de Chirurgie*, Paris, octobre 1899.

geur de la main. Je l'ai traité à partir de ce moment par des pansements antiseptiques et il a guéri en un mois. Je crois donc que, pour les brûlures dues aux rayons X, l'infection la plus légère prolonge la maladie beaucoup plus que pour les plaies dues à d'autres causes.

— En décembre 1900, un nouveau procès intenté au Dr de B..., médecin connu, ramenait l'attention sur les brûlures radiographiques. La radiothérapie, appliquée pour un traitement antinévralgique, n'ayant pas produit d'accidents pendant neuf séances alors que la dixième application, faite par un aide, avait produit une dermatite et une épilation étendue (1). L'affaire est actuellement pendante devant les tribunaux qui, en janvier 1901, ont nommé un expert. Bien complexe, la question, tous les individus étant dissemblables. Cependant, sans avoir personnellement eu d'accidents, nous avons pu en constater sur un diabétique se prêtant fréquemment à des expériences d'endodiascopie (introduction dans la bouche d'un tube de Crookes), mais il y avait là une fréquence d'application qui ne se retrouve pas chez les malades. La radiothérapie est, dans tous les cas, un traitement à manier avec infiniment de prudence; quant à la radiographie et la radioscopie, aujourd'hui presque instantanées et servant au diagnostic, elles ne présentent plus aucun danger.

Applications industrielles des Rayons X

Les rayons Rœntgen sont employés à déterminer la constitution des charbons et leurs pouvoirs calorifiques. Le charbon lui-même laisse passer les rayons,

(1) On sait que cette épilation n'est que momentanée (Voir l'observation de *l'homme-momie*, in *Traité de Radiographie*, du Dr Foveau de Courmelles, Paris 1897).

tandis que toutes les autres substances qui lui sont incorporées, qui altèrent sa qualité et diminuent sa combustibilité, les arrêtent; tels sont les pierres, les agrégats terreux, etc. Pour faire l'épreuve de la qualité d'un charbon, on en interpose un fragment entre l'appareil Rœntgen et l'écran spécial sensible à ses rayons. Si sur l'écran apparaissent des ombres nombreuses et accentuées, le charbon est considéré comme plus ou moins mauvais, suivant l'importance et l'épaisseur des ombres projetées, qui renseignent sur la proportion des matières incombustibles; le charbon sera tenu pour bon, si ces ombres sont inappréciables. Ce procédé d'analyse, rapide et exact, est applicable aux agglomérés comme aux charbons naturels.

— Une invention récente consisterait à employer les rayons X pour imprimer les livres et journaux. Les opérations longues et compliquées de la composition et de la distribution seraient supprimées, le texte se trouvant reproduit à la machine à écrire et imprimé par les rayons X. Ainsi la typographie serait remplacée par la dactylographie et le tirage à la machine par la radiographie.

CHAPITRE XV

NÉCROLOGIE

M. Hamblet. — M. Hughes. — Docteurs Ch. Truchot, J. Chéron, G. Apostoli. — M. Gramme.

M. Hamblet

M. James *Hamblet*, ancien président de la section d'Electricité à l'Institut de Brooklyn, vice-président

de la Société américaine des Ingénieurs-Electriciens, administrateur des services de la Western Union Telegraph Company, est mort à Brooklyn, âgé de 75 ans, le 2 janvier 1900.

David-Edward Hughes

Né à Londres le 16 mai 1831, mort à Londres le 22 janvier 1900.

Le professeur D.-E. Hughes, membre fondateur et perpétuel de la Société internationale des Electriciens, vient de mourir à l'âge de 69 ans ; toute sa carrière, si bien remplie, a été consacrée à la science de l'électricité, dont il a enrichi le domaine par des découvertes de premier ordre qui ont rendu son nom si populaire parmi les praticiens, si honoré parmi les savants.

Né en Angleterre, Hughes avait émigré de bonne heure aux Etats-Unis ; il s'adonna d'abord avec passion à la musique, qu'il enseigna au collège de Bardstown, dans le Kentucky, dès l'âge de 19 ans.

Dès l'année 1854, alors âgé de 23 ans, Hughes fit breveter son fameux *télégraphe imprimeur* dont le principe est si audacieux. Ni l'Amérique, sa patrie d'adoption, ni l'Angleterre, son pays natal, n'encouragèrent cette belle invention ; c'est en France que Hughes put, grâce à la précieuse collaboration de l'un de nos plus habiles constructeurs, Froment, mettre au point l'*impression au vol*, dont la réalisation pratique a provoqué la création de dispositifs si ingénieux et surtout l'invention de l'électro-aimant polarisé qui porte son nom.

Cet organe, à déclanchement électromagnétique, d'un fonctionnement remarquablement précis et doué d'une grande sensibilité, a trouvé de précieuses applications en dehors de la télégraphie ; c'est grâce à lui

que, dès 1872, Lartigue put manœuvrer à distance les bras du sémaphore électrique et provoquer la mise en action du sifflet automoteur.

Le télégraphe imprimeur de Hughes, dont l'apparition marque une date mémorable dans l'histoire de la télégraphie, fut adopté tout d'abord par l'Administration des Télégraphes de France; son usage se répandit ensuite rapidement dans les autres pays d'Europe, à l'exception toutefois de la Grande-Bretagne peu favorable en général à l'emploi des appareils imprimeurs.

A peine le téléphone faisait-il son apparition que Hughes inventait le *microphone*, aujourd'hui l'organe indispensable des transmetteurs téléphoniques. Peu après, il imaginait la curieuse *balance d'induction* et s'adonnait à l'étude des ondes électriques dans le but de transmettre des signaux à travers l'espace sans l'aide de fils conducteurs.

Le professeur Hughes aimait notre pays et gardait fidèlement le souvenir de l'accueil fait à ses inventions par nos compatriotes.

Le Dr Ch. Truchot

Le Dr Ch. Truchot, professeur de physique à l'Ecole de Médecine de Clermont-Ferrand, auteur de divers travaux et appareils électrothérapiques, né en 1858, est mort en 1900, à Clermont.

Le Dr Jules Chéron

Auteur, en 1869, de divers travaux sur les applications des courants continus à l'hypertrophie prostatique, à l'orchite, le Dr Jules Chéron, mort en 1900, avait depuis longtemps abandonné la technique électrique.

Le Dr G. Apostoli

Le Dr Georges Apostoli est mort, jeune encore, à peine âgé de cinquante-trois ans (né en 1847, à Saint-Michel-de-Lanès, Aude).

Plusieurs jours après son décès, arrivé le 27 avril 1900, maints journaux médicaux, généralement mieux informés, n'en avaient soufflé mot, ou si peu! Bien que divergent d'opinions et de caractère avec le distingué électrothérapeute et sans avoir la prétention de retracer ici sa vie ou ses dissentiments célèbres — dont l'un, le dissentiment, et l'élève d'ailleurs qu'il disputait, furent fameux! — il convient mieux à la science médicale et à la sympathie confraternelle de parler de son rôle énorme, considérable dans la thérapeutique contemporaine.

Quand, au commencement de ce dernier quart de siècle, Apostoli, ancien médecin militaire, vint se vouer à la gynécologie électrique, il eut beaucoup à apprendre et surtout à lutter. Le regretté Duchenne, de Boulogne, venait de mourir, en 1875, il laissait bien un élève distingué qui avait beaucoup produit, mais en quelque sorte pour lui-même, sans lutte aucune, se laissant vivre; ce fut lui qui instruisit Apostoli. Mais l'élève devait créer bientôt lui-même ses méthodes, son outillage, ses procédés... Des petites intensités électriques, jusque-là employées, passant aux grandes, il fit grand bruit et dut lutter pour les défendre, les faire adopter, ce qu'elles furent un certain temps; sa polémique ne fut pas toujours courtoise, pas plus du reste que celle de son adversaire, mais elle attira l'attention sur l'électricité thérapeutique.

C'est à cette polémique surtout, je crois, qui pas-

sionna ou amusa les médecins, même profanes en électricité, qu'on s'intéressa à celle-ci en même temps qu'aux adversaires. C'est de cette époque, 1885-1890, que date l'électrothérapie. D'autre part, Apostoli, toujours sur la brèche et à une époque où les Congrès valaient encore quelque chose pour former les réputations médicales, communiquait partout, en France, à l'Etranger, envoyant à tous les journaux, à tous les confrères, ses articles ou ses publications... Aussi sa réputation fut bientôt énorme, et la clientèle suivit... Après la réputation, en médecine, viennent parfois à l'heure présente, venaient sûrement, il y encore quinze ans, l'argent, les clients.

Apostoli, ai-je entendu dire — car je ne fus pas son élève, datant presque de la même époque par mes études scientifiques, et nous n'avions que peu l'occasion de nous voir — meurt riche, laissant sa mère, des neveux et des cousins. Je m'étonne pour sa réputation, pour sa grande œuvre, que les lettres de part à l'enterrement n'aient pas remplacé les lettres de part envoyées dix jours après le décès ; je ne peux qu'expliquer ainsi le silence de la presse médicale et de l'autre... Pour celle-ci, quand on n'est pas un faiseur de phrases ou de romans, on ne compte guère ! Mais que la presse médicale se soit tue sur cet homme à qui l'on doit, dans le grand public, la connaissance des ressources curatives de l'électricité, qui avait violenté et forcé la considération du monde officiel, voilà ce que je ne comprends pas ?

J'écris ces quelques réflexions en hâte pour paraître à temps dans l'*Actualité*. Je trouve que, bien qu'Apostoli ne fut pas un polémiste déontologique, il nous appartient par son tempérament que les années amendèrent, mais qui n'en avait pas moins réussi à faire adopter ses idées. Ce succès n'appartient pas à tous et

Apostoli en a trop peu joui. Son œuvre scientifique sera jugée par le temps, mais son rôle de vulgarisateur sera, je le crains, trop méconnu, et cependant, il est réel et considérable. F. de C. (*Actualité Médicale*, 15 mai 1900.)

M. Gramme

L'immortel inventeur de la dynamo vient de mourir à Bois-de-Colombes, le 20 janvier 1901 ; il appartient, pour nous, à l'année prochaine, et nous nous bornons cette fois à adresser nos vives sympathies à sa veuve et à sa famille.

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE IV

Eclairage

CHAPITRE V

Chauffage électrique

CHAPITRE VI

Signaux et Télégraphie

CHAPITRE VII

Télégraphie sans fils

CHAPITRE VIII

Traction électrique

CHAPITRE IX

L'électricité à la guerre

CHAPITRE X

Applications diverses

CHAPITRE XI

Electricités diverses

CHAPITRE XII

Accidents électriques

CHAPITRE XIII

Electrothérapie

CHAPITRE XIV

Radiographie

CHAPITRE XV

Nécrologie



TABLE DES ANNONCES

BIBLIOGRAPHIE (1)

L'Année Industrielle, par Max de Nausouty. 3 fr. 50.

Bulletin de la Société des Gens de science, G. Brunel, mensuel, rue Monsieur-le-Prince, Paris, 2 et 3 fr.

Bulletin de la Société Internationale des Electriciens, mensuel, Gauthier-Villars, éditeur, 55, quai des Grands-Augustins, Paris, 25 et 27 fr.

Bulletin International de l'Électricité, hebdomadaire, 20, rue Turgot, Paris, 12 et 15 fr.

L'Electro-chimie, Adolphe Minet, mensuel, 37, rue de Berne, Paris, 12 et 14 fr.

Les Inventions illustrées, Henri Farjas, hebdomadaire, 36, rue de l'Arcade, Paris, 6 et 8 fr.

Le Mois scientifique et industriel, mensuel, 33, boulevard des Batignolles, Paris, 14 et 20 fr.

La Radiographie, Dr Paulin Méry, mensuel, 3, rue Perronet, Paris, 12 fr.

La Vie scientifique, Max de Nausouty, hebdomadaire, 122, rue Réaumur, Paris, 15 et 18 fr.

Le Volta, annuaire de renseignements électriques, C. Grollet et Puel de Lobel, Société Fermière des Annuaires, 53, rue Lafayette, Paris, 15 fr.

(1) Les prix d'abonnement indiqués sont pour l'année, pour la France et l'Union postale.



LE VIN MARIANI

est le meilleur des toniques


CAPSULES
DE
QUININE
DE
PELLETIER


ZÔMOL
LE
ZÔMOL
PLASMA MUSCULAIRE
(Suc de Viande desséché)



(*Voir à la fin de la Table des Matières, p. 334*)

Le Propriétaire-Gérant de l'Année Électrique : Dr FOVEAU DE COURMELLES